

DISEÑO DEL PROGRAMA DE INSPECCIÓN DE LA REDUCCIÓN DE  
PÉRDIDAS EN EL SISTEMA DE ACUEDUCTO DE COSERVICIOS S.A E.S.P

DAYANA LISETH CASTILLO ALVAREZ

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA  
FACULTAD SECCIONAL SOGAMOSO  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
SOGAMOSO

2016

DISEÑO DEL PROGRAMA DE INSPECCIÓN DE LA REDUCCIÓN DE  
PÉRDIDAS EN EL SISTEMA DE ACUEDUCTO DE COSERVICIOS S.A E.S.P

DAYANA LISETH CASTILLO ALVAREZ  
CÓDIGO 201110197

Proyecto presentado en la modalidad de PRACTICA EMPRESARIAL como  
requisito para optar al título de INGENIERO INDUSTRIAL

Director  
CONSUELO RUIZ CARDENAS  
Ingeniero Industrial

Coordinador  
EMMA TERESA SOCHA

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA  
FACULTAD SECCIONAL SOGAMOSO  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
SOGAMOSO

2016

## CONTENIDO

	pág.
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>10</b>
<b>1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>11</b>
1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	12
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>13</b>
2.1 OBJETIVO GENERAL	
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	
<b>3. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>14</b>
<b>4. ALCANCES Y LIMITACIONES.....</b>	<b>16</b>
4.1 ALCANCE	
4.2 LIMITACIONES	
<b>5. MARCO DE REFERENCIA.....</b>	<b>17</b>
5.1 MARCO TEÓRICO	
5.1.1 Pérdidas comerciales.....	18
5.1.2 Balance hídrico.....	19
5.1.3 Programas de recuperación de pérdidas.....	20
5.2 MARCO CONCEPTUAL.....	22
5.3 MARCO HISTÓRICO.....	27
5.3.1 Logotipo	
5.3.2 Historia	
5.3.3 Misión.....	28
5.3.4 Visión	
5.3.5 Objetivos de calidad	
5.3.6 Departamento comercial.....	29
5.4 MARCO NORMATIVO	
5.5 MARCO LEGAL.....	30
<b>6. METODOLOGÍA O DISEÑO METODOLÓGICO.....</b>	<b>33</b>

6.1 FUENTES DE INFORMACIÓN PRIMARIA	
6.2 FUENTES DE INFORMACIÓN SECUNDARIA	
<b>7. DESARROLLO DEL PROYECTO</b>	<b>35</b>
7.1 PROCESO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ACUEDUCTO	
7.1.1 Acueducto del lago de tota	36
7.1.2 Acueducto rio tejar	
7.2 ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS INDICADORES IANC-IPUF	37
7.2.1 Índice IANC	
7.2.1.1 Análisis mensual	38
7.2.1.2 Análisis anual	39
7.2.1.3 Análisis por subsistemas	40
7.2.2 Índice IPUF	41
7.2.2.1 Análisis mensual	42
7.2.2.2 Análisis anual	
7.3. DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES DE INSPECCIÓN	44
7.3.1 Identificación de programas de reducción de pérdidas	
7.3.1.1 Incorporación de clandestinos	
7.3.1.2 Micromedición	45
7.3.2 Variables de inspección	
7.3.2.1 Medidor	46
7.3.2.2 Conexión y red	47
7.3.2.3 Relación de variables	48
7.4 MODELO DE INSPECCIÓN DE LA REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS	49
7.5 APLICACIÓN DE LA PRUEBA PILOTO	51
7.6 ANÁLISIS DE RESULTADOS PRUEBA PILOTO	54
7.6.1 Análisis estadístico	
7.6.1.1 Estado del medidor	
7.6.1.2 Ubicación del medidor	55
7.6.1.3 Posición del medidor	

7.6.1.4 Estado de la conexión y la red.....	56
7.6.1.5 Estado de caja de protección del medidor.....	57
7.6.1.6 El medidor ha estado en banco de prueba.....	58
7.6.1.7 Calidad de prestación del servicio	
7.6.2 Análisis según NTC 2859-1.....	59
7.6.3 Análisis financiero.....	62
7.7 PROGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE INSPECCIÓN.....	63
8. CONCLUSIONES.....	64
9. RECOMENDACIONES.....	66
BIBLIOGRAFÍA.....	67
WEBGRAFÍA.....	69
ANEXOS.....	70

## LISTA DE CUADROS

pág.

Cuadro 1. Balance de agua propuesto por la IWA.....	22
Cuadro 2. Programas de recuperación de pérdidas de agua.....	23
Cuadro 3. Diseño metodológico.....	33
Cuadro 4. Plan de acción para reducir las pérdidas de agua.....	38
Cuadro 5. Relación de variables a inspeccionar.....	48
Cuadro 6. Programa de implementación del modelo de inspección.....	63

## LISTA DE TABLAS

pág.

Tabla 1. Resultados IAN planta Chacon – planta Mode.....	37
Tabla 2. Letra código de tamaño de muestra.....	51
Tabla 3. Planes de muestreo simple para inspección normal.....	52
Tabla 4. Parámetros muestreo aleatorio sistemático aplicado.....	53
Tabla 5. Resultados sobre el estado del medidor.....	54
Tabla 6. Resultados sobre ubicación del medidor.....	55
Tabla 7. Resultados sobre posición del medidor.....	55
Tabla 8. Resultados sobre el estado de la conexión y la red.....	56
Tabla 9. Resultados sobre el estado de caja de protección del medidor.....	57
Tabla 10. Resultados sobre si el medidor ha estado en banco de prueba.....	58
Tabla 11. Resultados sobre la calidad de la prestación del servicio.....	58
Tabla 12. Análisis según NTC 2859 – 1.....	60
Tabla 13. Ingresos a recibir por resultados del muestreo de inspección.....	62

## LISTA DE FIGURAS

pág.

Figura 1. Pérdidas aparentes o comerciales.....	21
Figura 2. Logotipo Coservicios S.A E.S.P.....	17
Figura 3. Proceso de prestación del servicio de acueducto.....	35



## LISTA DE GRÁFICOS

pág.

Gráfico 1. Histórico del índice IANC mes a mes.....	39
Gráfico 2. Histórico del índice IANC anual.....	40
Gráfico 3. Histórico del índice IANC por subsistemas.....	41
Gráfico 4. Índice IPUF mes a mes.....	42
Gráfico 5. Índice IPUF anual.....	43
Gráfico 6. Estado del medidor.....	54
Gráfico 7. Ubicación del medidor.....	55
Gráfico 8. Posición del medidor.....	55
Gráfico 9. Estado de la conexión y la red.....	56
Gráfico 10. Estado caja de protección del medidor.....	57
Gráfico 11. El medidor ha estado en banco de prueba.....	58
Gráfico 12. Calidad de prestación del servicio.....	58

## INTRODUCCIÓN

Las pérdidas de agua se manifiestan en todos los sistemas de acueducto, las cuales tienen aspectos particulares en cuanto a volumen y naturaleza, y bajo esa premisa se hace necesario comprender el problema que deben enfrentar y manejar los prestadores del servicio público domiciliario de acueducto para garantizar la prestación de un servicio eficiente y de buena calidad, siendo la implementación de programas de reducción de pérdidas un factor relevante en la gestión de la empresa, claro está que estos programas deben ser controlados y verificados constantemente para garantizar la consecución de los objetivos deseados por la organización.

Es así como en el presente trabajo se diseñó un programa de inspección de las actividades de reducción de pérdidas en el sistema de acueducto de Coservicios S.A E.S.P ya que la empresa registraba niveles de pérdidas de agua que excedían los niveles permitidos por el Gobierno y los directivos deseaban conocer los aspectos en los cuales se estaba fallando y se podía mejorar, de esa forma se inició con un diagnóstico de la situación actual, luego identificación, caracterización y documentación de los procesos de reducción de pérdidas donde se determinaron las variables a inspeccionar. Después se ejecutó el diseño de un modelo de inspección con su posterior validación a través de una prueba piloto y finalmente se realizó el diseño de implementación de dicho modelo.

## 1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Las pérdidas comúnmente se asocian con términos como ineficiencia o desperdicio, es así que en la medida en que una empresa presente pérdidas del bien que provee, se debe estudiar e indagar en qué otros aspectos se ve manifestada esta pérdida, especialmente en empresas prestadoras del servicio de acueducto donde las pérdidas de agua representan una gran afectación a la sociedad en general ya que el agua siendo un recurso renovable pero limitado debe ser cuidado y conservado por todas las personas usuarias de este. En ese sentido, si bien en todos los sistemas se presentan pérdidas, las empresas cuentan con medidas de rendimiento que les permiten identificar el cumplimiento de las metas propuestas y los niveles de pérdidas presentados.

Particularmente en Coservicios S.A E.S.P se utilizan varios índices para la medición de pérdidas de agua en el servicio de acueducto, uno de ellos es el IPUF(\*), que es analizado mes a mes según la información obtenida por la empresa a través de todas las etapas de prestación del servicio, el cual en el último año presentó niveles preocupantes, así mismo los registros del índice IANC(\*\*) durante el año anterior excedieron el nivel máximo establecido por el Estado. En consecuencia la administración tenía gran interés en esta situación porque reflejaba falencias primordialmente en los aspectos comerciales y operativos de la empresa y que finalmente perjudicaba a la organización en su eficiencia, rentabilidad y supervivencia en el mercado.

Es así que se llevaron a cabo acciones para actuar frente a las pérdidas de agua desde el área comercial mediante el control de cada una de las operaciones desarrolladas dentro de la misma, sin embargo este control generó los resultados

---

(\*)IPUF Índice de Perdidas por suscriptor facturado.

(\*\*)IANC Índice de Agua no contabilizada.

deseados por lo cual se hizo necesario asegurar el análisis idóneo para estas medidas de rendimiento donde se verificó la correcta realización de cada uno de los actores influyentes en su determinación, siendo algunos de ellos los volúmenes de consumos no facturados, consumos a través de conexiones fraudulentas y consumos no registrados por defectos de la micro medición.

## **1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿A través de un programa de inspección de la reducción de pérdidas comerciales se pueden mejorar los índices IPUF e IANC?

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un programa de inspección de la reducción de pérdidas comerciales en la compañía de servicios públicos de Sogamoso COSERVICIOS S.A E.S.P.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Hacer un análisis del comportamiento de los indicadores IANC e IPUF en el sistema de acueducto de Coservicios S.A E.S.P
2. Definir las variables a inspeccionar en los procesos de control de pérdidas, bajo el modelo de inspección por atributos.
3. Diseñar el modelo de inspección aplicable para la reducción de pérdidas comerciales.
4. Aplicar una prueba piloto del modelo de inspección de reducción de pérdidas comerciales en el sector hidráulico 9 de la ciudad de Sogamoso.
5. Analizar los resultados de la prueba piloto del modelo de inspección.
6. Diseñar un programa de implementación del modelo de inspección.

### 3. JUSTIFICACIÓN

A nivel internacional las empresas prestadoras del servicio de acueducto vienen realizando grandes esfuerzos para reducir los índices de pérdidas de agua a valores admisibles que garanticen niveles de eficiencia y calidad del servicio, es así como técnicamente este proyecto se justificó ya que ayudará al cumplimiento de los estándares de servicio y estándares de eficiencia planteados por la empresa en sus metas. Se sabe que cada metro cubico de agua potable que produce un sistema lleva consigo costos asociados como: costos de inversión en infraestructura, costos de operación y mantenimiento y costos de administración y comercialización sin mencionar los costos ambientales en que se pueden incurrir, por lo tanto el control de pérdidas permite a la empresa prestadora del servicio de acueducto la minimización de costos<sup>1</sup>.

Desde el punto de vista económico el proyecto se justificó porque la perdida de agua genera costos económicos para la empresa e indirectamente para los usuarios debido a la transferencia de ineficiencia reflejada en la metodología tarifaria de la empresa la cual tiene en cuenta las perdidas existentes en el sistema, siendo así son los costos más evidentes, ya que están aplicando recursos financieros a la captación, conducción, tratamiento, almacenamiento, y bombeo de volúmenes de agua que finalmente no son consumidos por el cliente ni facturados por el prestador del servicio, y por todo lo anterior era prioritario buscar disminuir estos costos.

Ambientalmente el proyecto se justificó porque al lograr un nivel eficiente de

---

<sup>1</sup> COLOMBIA. COMISION DE REGULACION DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO CRA. 2013. Documento de trabajo Proyecto General. Nivel aceptable de pérdidas para el cálculo de los costos de prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado.

pérdidas de agua en el sistema de acueducto se disminuirán los costos ambientales que dependen del impacto de los planes de captación y distribución, así como de las medidas de mitigación que se hayan implementado, adicional a esto también están los costos relacionados a la preservación de los recursos que corresponden no justamente al posible agotamiento de las fuentes, ya que estos recursos son renovables, sino más bien al gradual aumento de los costos de fuentes alternativas y a la pérdida de oportunidades de usos alternativos como irrigación, recreación, insumo industrial y otros.

Es así que Coservicios S.A E.S.P implementó medidas para la consecución de niveles de pérdidas irrisorios que permitieran a la empresa tener eficiencia en sus procesos y una posición rentable sin dejar a un lado el control y aseguramiento de la calidad a lo largo de su proceso de prestación del servicio. Sin embargo estas acciones lograron los niveles de pérdidas deseados por lo cual mediante el diseño de un programa de inspección se examinaron y verificaron las características de calidad de los procesos comerciales desarrollados para la reducción de pérdidas. A través de la inspección se verificó los estándares de calidad del servicio que ofrece la empresa y se tomaron las decisiones correctivas si no se están cumpliendo las normas de calidad, en este caso particular, la medición de ciertos patrones de una o más características específicas y la comparación de los resultados con los requerimientos especificados que ayudaron a identificar la calidad de las operaciones comerciales desarrolladas para la minimización de pérdidas de agua.

## **4. ALCANCES Y LIMITACIONES**

### **4.1 ALCANCES**

El proyecto abarcó el diseño del programa de inspección de pérdidas de agua presentes únicamente en el sistema de acueducto de Coservicios S.A E.S.P específicamente a los usuarios de la ciudad de Sogamoso, estudiando concretamente las pérdidas comerciales. Se entregaron los siguientes documentos:

1. Informe de diagnóstico de estado actual de la reducción de pérdidas en la organización.
2. Modelo de inspección para la reducción de pérdidas.
3. Documentación de los procesos de control de pérdidas comerciales.
4. Formatos para la aplicación de la prueba piloto.
5. Informe de los resultados obtenidos en la prueba piloto.
6. Programa de implementación del modelo de inspección para la reducción de pérdidas comerciales.

### **4.2 LIMITACIONES**

El proyecto no será implementado en la compañía y no podrá ser objeto de estudio de otra entidad pública similar a Coservicios S.A E.S.P. Adicionalmente el proyecto no aplica a los demás servicios ofrecidos por la empresa como lo es alcantarillado, aseo y alumbrado público, y no se tendrán en cuenta a usuarios pertenecientes a municipios diferentes a Sogamoso.



## 5 MARCO DE REFERENCIA

### 5.1 MARCO TEÓRICO

La Asociación Internacional del Agua (IWA) define dos categorías principales de pérdidas de agua en las que todos los tipos de sucesos de pérdida de agua caen sobre el proveedor:

*Las pérdidas reales o técnicas* son escapes físicos del agua del sistema de distribución, e incluyen las fugas de las tuberías, fugas de depósitos y tanques; y las pérdidas de agua causadas por depósito sobre los flujos. Las pérdidas reales pueden ocurrir antes de llegar hasta el punto de uso final.

*Las pérdidas aparentes o comerciales* son causadas por inexactitudes asociadas con la medición del consumo del cliente, errores en los datos de facturación, manipulación en la medición y cualquier forma de consumo no autorizado (robo o uso ilegal).

Si bien estas dos definiciones se distinguen por una diferenciación física notable en la mayoría de los casos también existe una diferencia económica dramática. Las pérdidas reales, que son por lo general fugas, normalmente se valoran por el costo variable de producción del agua. Las pérdidas aparentes, que se producen en el cliente destino, penalizan al proveedor de agua en el coste al por menor; una tasa por lo general mucho más alta que el costo de producción.

Los costes variables de producción con frecuencia incluyen solamente los costes a corto plazo. Sin embargo, en muchos casos, es conveniente incluir los costes a largo plazo en la valoración de las pérdidas reales, las consecuencias financieras

de las pérdidas reales y aparentes requieren que se realice una evaluación cuidadosa de ellas mediante un análisis costo-perdida de agua para crear el más adecuado y reflexivo programa de control.

#### **5.1.1 Pérdidas comerciales**

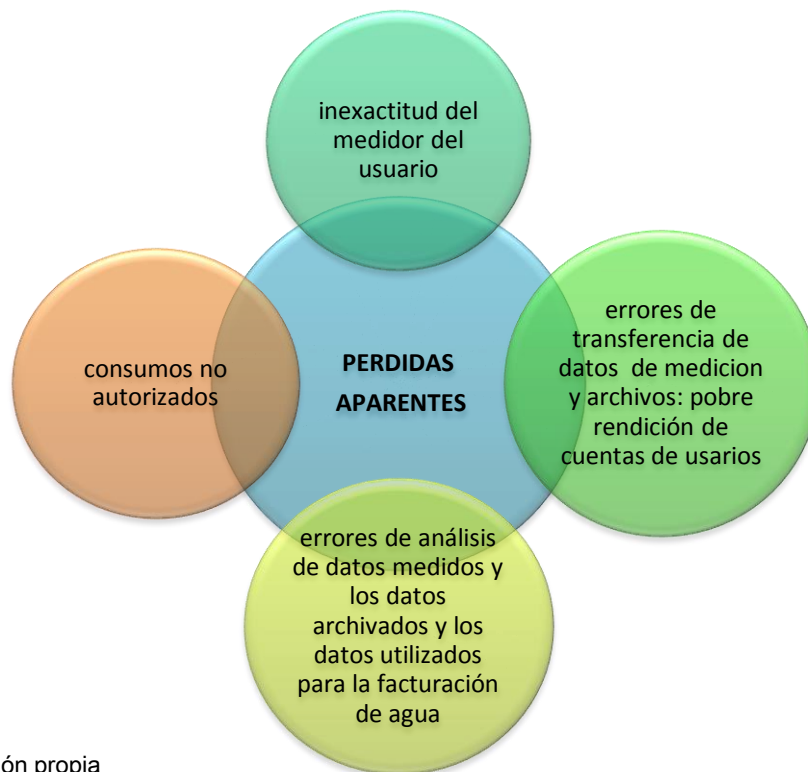
Es importante notar que las pérdidas comerciales no son causadas por fugas y no se incluyen las pérdidas físicas de agua, ya que el agua ha alcanzado el destino de un usuario final. Sin embargo, el servicio prestado fue erróneamente medido, archivado incorrectamente en el sistema de facturación, o el uso de agua no estaba autorizado. Las pérdidas aparentes son un componente muy importante que debe mantener bajo control el prestador del servicio, ya que tienen un impacto negativo directo sobre la generación de sus ingresos.

Una medición exacta de los usuarios del servicio proporciona información valiosa sobre las tendencias de consumo, necesarias para evaluar el control de pérdidas y los programas de conservación del recurso hídrico. También eleva el valor del agua en la mente del consumidor mediante la vinculación de un precio con un volumen. Con mejoras de la medición, lectura automática de contadores, y las tecnologías de registro de datos ahora ampliamente disponible, la información sobre el consumo del usuario se ha convertido en un recurso crítico para gestionar mejor las operaciones de servicio de agua y los recursos hídricos de las cuencas o regiones individuales<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> WATER LOSS CONTROL – SECOND EDITION. Julian Thomton, Reinhard Sturm. Chapter 3. Understanding the types of water losses. ACCESS ENGINEERING. Base de datos.

Figura 1. Pérdidas aparentes o comerciales



Fuente. Elaboración propia

### 5.1.2 Balance hídrico

Algunos de los principales parámetros de eficiencia de los prestadores de servicio de agua potable son el índice de agua no contabilizada (IANC) y el índice de pérdidas por suscriptor facturado (IPUF), los cuales incluyen las pérdidas técnicas, las pérdidas no técnicas y los consumos legales no facturados<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> COLOMBIA. COMISION DE REGULACION DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO CRA. 2007. Informe Final. Proyecto de reducción de pérdidas de agua potable y reforma del marco regulador.

Cuadro 1. Balance de agua propuesto por la IWA.

Volumen de entrada al sistema	Consumo autorizado	Consumo autorizado facturado	Consumo facturado medido	Agua Facturada
			Consumo facturado no medido	
		Consumo autorizado no facturado	Consumo no facturado medido	Agua No Facturada
			Consumo no facturado no medido	
	Pérdidas de Agua	Pérdidas aparentes (Comerciales)	Consumo no autorizado	
			Inexactitud de la medición y errores en el manejo de los datos de lectura de medidores	
		Pérdidas reales (Físicas)	Fugas en tuberías de conducción y en redes principales de distribución	
			Fugas y desbordamiento en tanques de almacenamiento	
			Fugas en acometidas	

Fuente. Documento de Trabajo - Resolución “Por la cual se establece el nivel de pérdidas aceptable para el cálculo de los costos de prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado”, CRA (2011).

### 5.1.3 Programas de recuperación de pérdidas

Para establecer el nivel de eficiencia de los prestadores respecto a las pérdidas de agua es preciso clasificarlas adecuadamente para definir con exactitud que perdidas están fuera de control del prestador y cuales son resultado de la gestión empresarial, para esto se debe tener en cuenta el Balance Hídrico propuesto por IWA<sup>4</sup>, el cual se presenta a continuación:

En consecuencia, las empresas prestadoras del servicio deben hacer frente a estas pérdidas mediante planes y programas para su reducción, dentro de las

---

<sup>4</sup> RAMIREZ CARDONA, David. Analisis de las perdidas de agua en los sistemas de abastecimiento. Disponible en: [dinamica-de-sistemas.com/revista/1214g-dinamica-de-sistemas.pdf](http://dinamica-de-sistemas.com/revista/1214g-dinamica-de-sistemas.pdf)

cuales se identifican, entre otras, el control activo de fugas (detección y reparación), la gestión de presiones, sectorización, medición, renovación y rehabilitación de infraestructura (medidores y redes)<sup>5</sup>, tales como se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro 2. Programas de recuperación de pérdidas de agua.

PROGRAMAS RECUPERACIÓN DE PÉRDIDAS	INCREMENTO DE FACTURACIÓN	REDUCCIÓN DE PRODUCCIÓN
	(m <sup>3</sup> /operación/mes)	(m <sup>3</sup> /operación/mes)
<b>DISPERSOS</b>		
Revisión facturación cuentas institucionales	X	X
Facturación presuntiva de daños ocasionados por terceros	X	o
Supervisión de Cuentas Inactivas (Cortado, Coactivo, Predio demolido, Suspendido, Acometida por instalar, Depuración cartera, Inhabilitado)	X	o
Instalación Dispositivos Antifraude	X	X
Lectura remota Grandes Consumidores	X	X
Facturación de predios con inspecciones por cruces de información comercial y geográfica	X	X
Manejo de fraudes	X	X
Análisis Sistemático de bajos consumos	X	X
<b>COMUNIDADES</b>		
Facturación presuntiva comunidades ilegales	X	o
Redes Provisionales a comunidades ilegales	X	X
<b>SERVICIO</b>		
Gestión del Plano de Presiones	o	X
Impermeabilización de Tanques	o	X
Atención de Daños	o	X
<b>SECTORES</b>		
Búsqueda Sistemática de Fugas y Conexiones Clandestinas	X	X
Sustitución de Medidores Residenciales	X	X
Macromedición en Conjuntos Habitacionales	X	X
Programa de Reposición de Redes	o	X

Fuente. Documento de Trabajo - Resolución “Por la cual se establece el nivel de pérdidas aceptable para el cálculo de los costos de prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado”, CRA (2011).

Para la efectiva reducción de las perdidas mediante los programas anteriormente nombrados se debe garantizar que cada una de las actividades desarrolladas sea

<sup>5</sup> COLOMBIA. COMISION DE REGULACION DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO CRA. Resolución CRA 688 (24 junio 2014) Por la cual se establece la metodología tarifaria para las personas prestadoras de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado con más de 5.000 suscriptores en el área urbana.

confiable y se realice correctamente según lo previsto. Así mediante la inspección se podrán definir los aspectos en los cuales la empresa está fallando y en los cuales debe actuar para mejorar y lograr un servicio de calidad y eficiente. La inspección comprende actividades relacionadas con el control de la calidad y aplican a las diferentes entregas que pueda producir el proyecto. Por ejemplo, el cronograma del proyecto podría pasar por una revisión o inspección, lo mismo que el código de un aplicativo, campañas de marketing o trabajos de investigación. Tanto los productos como cualquier prestación que requiera el conocimiento humano y la creatividad pueden ser revisados.

## 5.2 MARCO CONCEPTUAL

**Aseguramiento de la calidad:** parte de la gestión de la calidad orientada a proporcionar confianza en que se cumplirán los requisitos de la calidad<sup>6</sup>.

**Balance Hídrico:** es una herramienta que permite realizar un diagnóstico integral sobre la situación de las pérdidas de agua en la gestión operacional y comercial de la prestación del servicio<sup>7</sup>.

**Base de datos:** Una base de datos es una herramienta para recopilar y organizar información<sup>8</sup>.

---

<sup>6</sup> INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario. NTC - ISO 9000 -2005. Bogotá D.C. El instituto, 2002. Pág. 12.

<sup>7</sup> MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA. Estado Plurinacional de Bolivia. (2013). Plan Maestro Metropolitano de agua Potable y Saneamiento La Paz – El Alto Bolivia. Informe sobre demandas futuras y estrategias de expansión. Volumen III – Escenarios y Estrategias.

<sup>8</sup> MICROSOFT. Conceptos básicos sobre bases de datos. Blog en línea]. Disponible desde internet en: <<https://support.office.com/es-mx/article/Conceptos-b%C3%A1sicos-sobre-bases-de-datos>>.

**Caracterización de procesos:** consiste en identificar condiciones y/o elementos que hacen parte del proceso, tales como: ¿quién lo hace?, ¿Para quién o quienes se hace?, ¿Por qué se hace?, ¿Cómo se hace?, ¿Cuándo se hace?, ¿Qué se requiere para hacerlo?<sup>9</sup>.

**Conexión:** es la ejecución de la acometida e instalación del medidor de acueducto<sup>10</sup>.

**Documentación:** La documentación permite la comunicación del propósito y la coherencia de la acción. Su utilización contribuye a:

- a) lograr la conformidad con los requisitos del cliente y la mejora de la calidad;
- b) proveer la formación apropiada;
- c) la repetibilidad y la trazabilidad;
- d) proporcionar evidencias objetivas, y
- e) evaluar la eficacia y la adecuación continua del sistema de gestión de la calidad.

**Eficiencia:** relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados<sup>11</sup>.

**Flujograma:** es un diagrama que expresa gráficamente las distintas operaciones que componen un procedimiento o parte de este, estableciendo su secuencia cronológica<sup>12</sup>.

---

<sup>9</sup> BANCO MUNDIAL. Caracterización de procesos. Disponible en internet en: [www.conciliacion.gov.co/.../P\\_03\\_2%20CARACTERIZACIÓN%20.com.co](http://www.conciliacion.gov.co/.../P_03_2%20CARACTERIZACIÓN%20.com.co)

<sup>10</sup> COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Decreto 302 de 2000 Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, en materia de prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado.

<sup>11</sup> INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario. NTC - ISO 9000 -2005. Bogotá D.C. El instituto, 2002. Pág. 12.

<sup>12</sup> FLUJOGRAMA O FLUXOGRAMA. Según Gómez Cejas, Guillermo. Año 1997. Disponible en internet en: <http://www.administracionmoderna.com/2012/04/flujograma.html>

**Formulario:** Un formulario es un documento con espacios (campos) en donde se pueden escribir o seleccionar opciones. Los formularios presentan una visión ordenada de múltiple información sobre algo, y son útiles para llenar bases de datos<sup>13</sup>.

**Índice de Agua No Contabilizada – IANC:** es un indicador que básicamente representa el porcentaje de pérdidas de agua en que un prestador incurre en su operación normal, las cuales pueden ser tanto técnicas como comerciales<sup>14</sup>.

**Índice de Pérdidas por Suscriptor Facturado – IPUF:** Representa el volumen de pérdidas de agua por suscriptor, medido en metros cúbicos por suscriptor al mes (m<sup>3</sup> /suscriptor/mes) <sup>15</sup>.

**Inspección:** actividades tales como la medición, el examen, el estado o la estimación de una o más características de un producto o servicio, y la comparación de los resultados con los requisitos especificados, para establecer si se logra la conformidad de cada característica<sup>16</sup>.

---

<sup>13</sup> FORMULARIO. Leandro Alegsa. Disponible en internet: <http://www.alegsa.com.ar/Dic/formulario.php>

<sup>14</sup> COLOMBIA. COMISION DE REGULACION DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO CRA. Documento de trabajo. Propuesta regulatoria Por la cual se presenta el proyecto de resolución: “Por la cual se modifica el numeral 1.1 del anexo 2 de la Resolución CRA N° 315 de 2005, y se inicia el proceso de discusión directa con los usuarios y agentes del sector.

<sup>15</sup> COLOMBIA. COMISION DE REGULACION DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO CRA. Resolución CRA 688 (24 junio 2014) Por la cual se establece la metodología tarifaria para las personas prestadoras de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado con más de 5.000 suscriptores en el área urbana.

<sup>16</sup> INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 1. Planes de muestreo determinados por el nivel aceptable de calidad (NAC) para inspección lote a lote. NTC - ISO 1859 -1. Bogotá D.C. El instituto, 2002. Pág. 3



**Inspección por atributos:** inspección mediante la cual el ítem se clasifica simplemente como conforme o no conforme respecto a un requisito especificado o a un conjunto de requisitos especificados, o se cuenta el número de no conformidades del ítem<sup>17</sup>.

**Medidor:** es el dispositivo mecánico que mide el consumo de agua<sup>18</sup>.

**Micromedidor:** es un medidor instalado en la acometida del usuario o suscriptor<sup>19</sup>.

**Muestra:** conjunto de uno o varios ítems tomados de un lote, destinado para suministrar información sobre el lote<sup>20</sup>.

**Muestreo aleatorio sistemático:** es un tipo de muestreo que es aplicable cuando los elementos de la población sobre la que se realiza el muestreo están ordenados. Este procedimiento de muestreo se basa en tomar muestras de una manera directa y ordenada a partir de una regla determinística, también llamada sistemática. En este caso se elige el primer individuo aleatoriamente y el resto viene condicionado por una regla de selección sistemática<sup>22</sup>.

---

<sup>17</sup> INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 1. Planes de muestreo determinados por el nivel aceptable de calidad (NAC) para inspección lote a lote. NTC - ISO 1859 -1. Bogotá D.C. El instituto, 2002. Pág. 3

<sup>18</sup> COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Decreto 302 de 2000 Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, en materia de prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado.

<sup>19</sup> COLOMBIA. COMISION DE REGULACION DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO CRA. Resolución CRA 151 DE 2001. Regulación integral de los servicios públicos de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo.

<sup>20</sup> INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 1. Planes de muestreo determinados por el nivel aceptable de calidad (NAC) para inspección lote a lote. NTC - ISO 1859 -1. Bogotá D.C. El instituto, 2002. Pág. 3

<sup>21</sup> CAPITULO I MUESTREO SISTEMATICO. Disponible en internet: [http://matematicas.unex.es/~inmatorres/teaching/muestreo/assets/cap\\_5.pdf](http://matematicas.unex.es/~inmatorres/teaching/muestreo/assets/cap_5.pdf)

**Servicio público domiciliario de acueducto o servicio público domiciliario de agua potable:** Es la distribución de agua apta para el consumo humano, incluida su conexión y medición. También forman parte de este servicio las actividades complementarias tales como captación de agua, procesamiento, tratamiento, almacenamiento y transporte<sup>22</sup>.

**Suscriptor:** Persona natural o jurídica con la cual se ha celebrado un contrato de condiciones uniformes de servicios públicos<sup>23</sup>.

**Tamaño de la muestra:** cantidad de ítemes de la muestra<sup>24</sup>.

**Usuario:** Persona natural o jurídica que se beneficia con la prestación de un servicio público domiciliario, bien como propietario del inmueble en donde este se presta, o como receptor directo del servicio. A este último usuario se denomina también consumidor<sup>25</sup>.

---

<sup>23</sup> COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Decreto 302 de 2000 Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, en materia de prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado.

<sup>24</sup> COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Decreto 302 de 2000 Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, en materia de prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado.

<sup>25</sup> INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 1. Planes de muestreo determinados por el nivel aceptable de calidad (NAC) para inspección lote a lote. NTC - ISO 1859 -1. Bogotá D.C. El instituto, 2002. Pág. 3

<sup>26</sup> COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley 142 de 1944 Por la cual se establece el régimen de servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.

### 5.3 MARCO HISTÓRICO

Coservicios S.A E.S.P es una empresa de servicios públicos de economía Mixta, con carácter de sociedad anónima, ubicada en la ciudad de Sogamoso en el departamento de Boyacá, que tiene por objeto principal la prestación de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado, aseo y alumbrado público a los municipios de Sogamoso, Nobsa, Iza, Fira, Cuitiva y Pesca.

#### 5.3.1 Logotipo

Figura 2. Logotipo Coservicios S.A E.S.P.



Fuente [www.coserviciosesp.com](http://www.coserviciosesp.com)

#### 5.3.2 Historia

En el año de 1955 se inicia el proceso de creación de la Compañía de Servicios Públicos de Sogamoso S.A. En el ambiente de los dirigentes Sogamoseños rondaba la inquietud de constituir una sociedad por acciones, para mejorar el servicio de acueducto desde el punto de vista técnico y Administrativo, y que a su vez se encargara del servicio de Energía Eléctrica.

En cuanto al servicio de Acueducto, lo prestaba directamente el Municipio de Sogamoso desde 1939. Fue así como por iniciativa de la Junta Municipal de Gobierno, con el apoyo de destacados ciudadanos, se inició en este año el proceso de constitución de la Sociedad Compañía de Acueducto y Energía Eléctrica de Sogamoso, hoy COMPAÑÍA DE SERVICIOS PUBLICOS DE SOGAMOSO “COSERVICIOS S.A. E.S.P”.

En el año de 1958, se cambia la razón social de Empresa de Acueducto y Energía Eléctrica de Sogamoso a “COMPAÑÍA DE SERVICIOS PUBLICOS DE SOGAMOSO S.A.” COSERVICIOS S.A. con el objeto de prestar los servicios de Acueducto, Alcantarillado, Energía, Aseo, Recolección de Basuras, Planta de Tratamiento de Aguas, Planta de Recuperación de aguas negras. En 1981, el Municipio de Sogamoso, transfirió a COSERVICIOS S.A. la responsabilidad de prestar el servicio de aseo urbano.

### **5.3.3 Misión**

Coservicios S.A. E.S.P es una organización especializada en la prestación de servicios públicos y complementarios, de manera eficiente, con innovación tecnológica y talento humano comprometido con esta función social. Consolidamos nuestra permanencia con principios, valores y políticas que nos permiten mantener un desarrollo sostenible.

### **5.3.4 Visión**

Posicionar nuestra Organización con calidad, competitividad y liderazgo para ser reconocida como una de las mejores empresas prestadoras de servicios públicos a nivel nacional.

### **5.3.5 Objetivos de calidad**

- Garantizar la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado y alumbrado público con calidad y continuidad.
- Fortalecer el sistema de gestión de calidad.
- Mitigar los impactos ambientales y contribuir con el desarrollo social de los habitantes del municipio.

- Fortalecer los sistemas de información y comunicación en todos los procesos.

### **5.3.6 Departamento comercial**

Este departamento se encarga de garantizar una adecuada atención a las necesidades y expectativas del usuario mediante los servicios de matrícula, facturación y manejo de la PQR de los servicios de acueducto y alcantarillado<sup>27</sup>. La práctica universitaria se llevara a cabo en el área comercial<sup>27</sup>.

## **5.4 MARCO NORMATIVO**

La NTC ISO 2859-1 especifica un sistema de muestreo para aceptación de muestras para la inspección por atributos. Esta determinado en términos del nivel aceptable de calidad (NAC). Su propósito es inducir al proveedor, mediante la presión económica y psicológica de la aceptación de un lote, a mantener un proceso promedio cuando menos tan bueno como el nivel aceptable de calidad especificado, al tiempo que proporciona un límite superior para el riesgo del consumidor al aceptar un lote deficiente ocasional. Los programas de muestreo diseñados en esta parte de ISO 2859 se aplican, pero no se limitan a la inspección de:

- Ítemes terminados,
- Componentes y materias primas,
- Operaciones,
- Materiales en proceso,

---

<sup>27</sup> HISTORIA, MISION, VISION, OBJETIVOS DE CALIDAD DE COSERVICIOS S.A. E.S.P. Disponible en internet [http: <www.coserviciosesp.com.co>](http://www.coserviciosesp.com.co)

- Suministros en existencia,
- Operaciones de mantenimiento,
- Datos o archivos, y
- Procedimientos administrativos<sup>28</sup>.

## 5.5 MARCO LEGAL

***Ley 142 de 1994** “Por la cual se establece el Régimen de los Servicios Públicos Domiciliarios y se dictan otras disposiciones”.*

**Artículo 163.** *Formulas tarifarias para empresas de acueducto y saneamiento básico.* Las fórmulas tarifarias, además de tomar en cuenta los costos de expansión y reposición de los sistemas de agua potable y saneamiento básico, incluirán los costos de administración, operación y mantenimiento asociados con el servicio. Además, tendrán en cuenta indicadores de gestión operacional y administrativa, definidos de acuerdo con indicadores de empresas comparables más eficientes que operen en condiciones similares. Incluirán también un nivel de pérdidas aceptable según la experiencia de otras empresas eficientes.

***Ley 373 de 1997** “Por la cual se establece el Programa para el uso eficiente y ahorro del agua”.*

**Artículo 4o.** *Reducción de pérdidas.* Dentro del Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua, la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico fijará metas anuales, para reducir las pérdidas en cada sistema de

---

<sup>28</sup> INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 1. Planes de muestreo determinados por el nivel aceptable de calidad (NAC) para inspección lote a lote. NTC - ISO 1859 -1. Bogotá D.C. El instituto, 2002. Pág. 1

acueducto. Las Corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales competentes fijarán las metas del uso eficiente y ahorro del agua para los demás usuarios en su área de jurisdicción. Las metas serán definidas teniendo en cuenta el balance hídrico de las unidades hidrográficas y las inversiones necesarias para alcanzarlas.

**Artículo 8o. *Incentivos tarifarios.*** La Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico definirá una estructura tarifaria que incentive el uso eficiente y de ahorro del agua, y desestime su uso irracional. La Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, vigilará el cumplimiento de lo establecido por la Comisión.

Las Corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales definirán los mecanismos que incentiven el uso eficiente y ahorro del agua, y desestimen su uso ineficiente.

***Resolución CRA 688 de 2014 “Por la cual se establece la metodología tarifaria para las personas prestadoras de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado con más de 5.000 suscriptores en el área urbana”.***

**Artículo 9o. *Determinación de las metas para los estándares de servicio y los estándares de eficiencia.*** Parágrafo 6. Todas las personas prestadoras deberán establecer un Plan de Reducción de Pérdidas detallado para los índices IPUF, ICUF e ISUF con metas anuales y discriminadas para el sector residencial y no residencial. Las personas prestadoras que hayan presentado emergencias de abastecimiento de agua en los últimos 5 años deberán establecer adicionalmente el Plan de Reducción de Pérdidas con metas semestrales.

**Artículo 18.** *Índice de pérdidas por suscriptor facturado en el año base ( $IPUF_0$ ).* El Índice de pérdidas por suscriptor facturado en el año base se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$IPUF_0 = \frac{AS_0 - AF_{0,ac}}{N_{0,ac} * 12}$$

Donde,

$IPUF_0$ : Índice de pérdidas por suscriptor facturado en el año base (m3 /suscriptor/mes).

$AF_{0,ac}$ : Consumo de agua facturada para el servicio público domiciliario de acueducto en el año base (m3 /año).

$N_{0,ac}$ : Número de suscriptores facturados promedio en el año base para el servicio público domiciliario de acueducto. En el caso de facturación mensual corresponde al promedio de los doce meses del año base. En el caso de facturación bimestral, corresponde al promedio de los seis bimestres del año base.

$AS_0$ : Agua potable suministrada en el año base (m3 /año).

$$AS_0 = AP_0 + RCSAP_0 - ECSAP_0$$

$AP_0$ : Agua producida en el año base (m3 /año).

$RCSAP_0$ : Volumen recibido por contratos de suministro de agua potable en el año base (m3 /año).

$ECSAP_0$ : Volumen entregado por contratos de suministro de agua potable en el año base (m3 /año).



## 6. DISEÑO METODOLÓGICO

El proyecto se basó en una investigación de tipo exploratorio – descriptivo donde se recolectó información que describía una serie de conceptos o variables lo que permitió establecer comportamientos concretos para el desarrollo del proyecto. El objetivo de este tipo de investigación no es solo determinar el estado de los fenómenos o problemas analizados, sino también en comparar la situación existente con las pautas aceptadas. Los datos fueron extraídos a partir de una muestra cuidadosamente seleccionada.

### 6.1 FUENTES DE INFORMACIÓN PRIMARIA

Contienen información original no abreviada ni traducida en documentos como: formatos, entrevistas con los empleados, análisis estadísticos, apuntes, cartas.

### 6.2 FUENTES DE INFORMACIÓN SECUNDARIA

Contiene información organizada, elaborada, producto de análisis, extracción o reorganización disponible en: documentos originales, libros, informes, manuales y directorios.

Cuadro 3. Diseño metodológico

OBJETIVO	COMO SE VA A ALCANZAR	HERRAMIENTAS METODOLÓGICAS
Hacer un análisis del comportamiento de los indicadores IANC e IPUF en el sistema de acueducto de Coservicios S.A E.S.P	Este objetivo se va a lograr mediante el estudio de los datos históricos con los que cuenta la empresa desde que inicio a medir los índices IANC e IPUF, identificando los cambios que presentaron a través del tiempo.	Informes Análisis de documentos Entrevistas

Definir las variables a inspeccionar en los procesos de control de perdidas, bajo el modelo de inspección por atributos.	Este objetivo se va a lograr a través de la recolección de información que desea la empresa inspeccionar en sus procesos de control de pérdidas.	Lista de chequeo Entrevistas Observación.
Diseñar el modelo de inspección aplicable para la reducción de pérdidas comerciales.	Este objetivo se va a lograr teniendo en cuenta los lineamientos establecidos por la NTC 2859 – 1, la cual establece los planes de muestreo para inspección por atributos	Recopilación documental. Encuesta.
Aplicar una prueba piloto del modelo de inspección de reducción de pérdidas comerciales en el sector hidráulico 9 de la ciudad de Sogamoso	Este objetivo se va a lograr mediante el desarrollo de un muestreo, en el cual se va a seleccionar algunos usuarios los cuales tendrán que responder el formato de inspección diseñado teniendo en cuenta la información comercial de la empresa.	Formato de inspección. Base de datos
Analizar los resultados de la prueba piloto del modelo de inspección.	Este objetivo se llevara a cabo mediante el estudio de los resultados obtenidos en la prueba piloto haciendo un comparativo con la información comercial que tiene la empresa.	Informes. Base de datos. Análisis de documentos.
Diseñar un programa de implementación del modelo de inspección	Este objetivo se lograra mediante la estructuración de la información recogida durante las actividades programadas en la realización del proyecto.	Cuadros de trabajo Recopilación documental

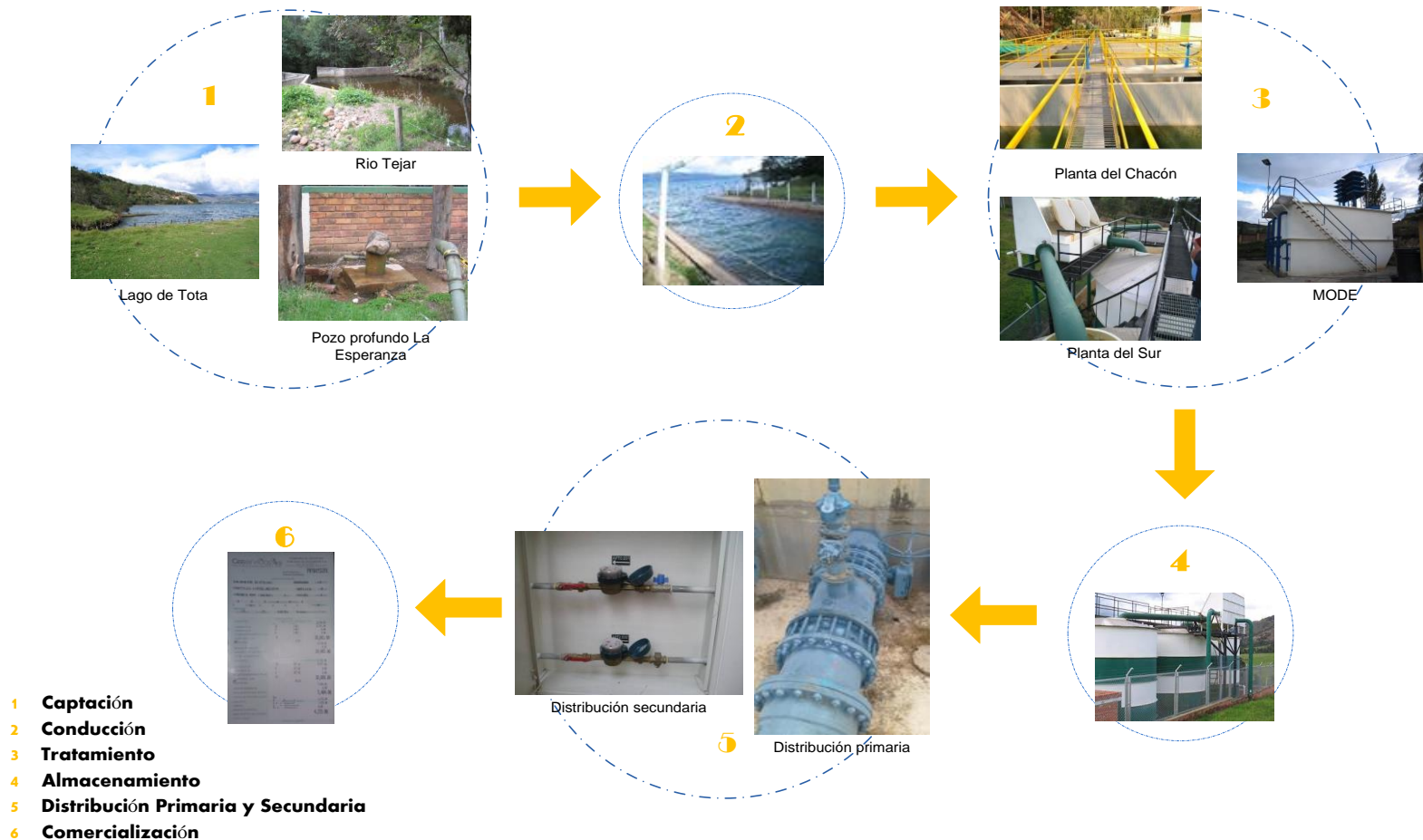
Fuente. Elaboración propia

## 7. DESARROLLO DEL PROYECTO

### 7.1 PROCESO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ACUEDUCTO

Coservicios se abastece de tres (3) fuentes, la laguna de Tota, el Río Tejar y el Pozo profundo La Esperanza, siendo la laguna de Tota la fuente de abastecimiento más importante y actualmente cuenta con dos sistemas de acueducto. En la figura 3 se puede observar el proceso de prestación del servicio de acueducto.

Figura 3. Proceso de prestación del servicio de acueducto.



### 7.1.1 Acueducto del lago de tota

La fuente de este sistema de acueducto es el Lago de Tota. La captación Se realiza en el extremo occidental del LAGO, “*Boquerón de cuitiva*” mediante una captación tipo sifón invertido (de propiedad de Acerías Paz del Río), suministrando 250 litros/segundo a las redes de Coservicios y por medio de tres (3) líneas de conducción es llevada a las plantas de tratamiento. El tratamiento del agua captada se lleva a cabo en la *Planta del Sur*, una planta de tratamiento semicompacta con una capacidad de 70 litros/segundo, y en la *Planta Chacon*, una planta de potabilizacion de tipo convencional ubicada en el cerro de Chacón, con una capacidad de 391 litros/segundo. Cada una de las plantas cuenta con tanques de almacenamiento del agua tratada. De allí se distribuye el agua a las partes bajas del municipio mediante gravedad y por bombeo a las partes altas de la ciudad, mediante el sistema de mallas con redes primarias y secundarias. Finalmente de las redes secundarias se desprenden las acometidas domiciliarias en las cuales se instala el medidor que permite registrar el consumo a facturar.

### 7.1.2 Acueducto rio tejar

Este sistema de acueducto se abastece del rio Tejar y el Pozo profundo la Esperanza. La captación se lleva a cabo en el rio Tejar ubicado entre los Municipios de Sogamoso y Monguí, aportando tomar de esta fuente un caudal de 15 litros/segundo y el Pozo profundo La Esperanza aporta un caudal de 15 litros/segundo. La conducción se hace del desarenador en la margen izquierda del Río Tejar, hasta la planta de tratamiento por gravedad. El agua captada es tratada en la Planta Mode, una planta de tratamiento tipo convencional compacta unipack. La distribución primaria y secundaria se realiza igualmente que en el acueducto del lago de Tota.

## 7.2 ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS INDICADORES IANC E IPUF

### 7.2.1 Índice IANC

El índice de agua no contabilizada (IANC) ha sido calculado en Coservicios desde el año 2002 cuando la empresa Aquadatos Ltda realizó el proyecto denominado “Formulación del programa de agua no contabilizada, modelación hidráulica y optimización del sistema de acueducto del municipio de Sogamoso”.

En dicho proyecto se llevó a cabo una desagregación del índice de agua no contabilizada en sus diferentes componentes, tanto técnicos como comerciales, donde se observó la incidencia de cada uno de estos dentro del sistema y así se diseñaron las acciones encaminadas para la mayor eficiencia en su reducción en el menor tiempo y con costos mínimos recuperables. Mediante un software creado por Aquadatos Ltda se calculó el índice IANC registrado en el año 2002 para el sistema de la planta Chacón y de la planta obteniendo los resultados expuestos en la tabla 1.

Tabla 1. Resultados IANC Planta Chacon – Planta Mode

<i><b>Sistema</b></i>	<i><b>Volumen producido (m3 / mes)</b></i>	<i><b>Volumen facturado (m3 / mes)</b></i>	<i><b>IANC</b></i>	<i><b>Nº Usuarios</b></i>
<b>CHACON</b>	781034	379964	51,4%	23844
<b>MODE</b>	42142	10856	74,2%	1270

Fuente. Informe final Proyecto - “Formulación del programa de agua no contabilizada, modelación hidráulica y optimización del sistema de acueducto del municipio de Sogamoso” (2002).

Así mismo el contratista propuso un plan de acción para el programa de agua no contabilizada para contrarrestar las pérdidas técnicas y comerciales el cual consta de los siguientes subprogramas:

Cuadro 4. Plan de acción para reducir las pérdidas de agua

TIPO PÉRDIDA	SUBPROGRAMAS
Técnica	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Detección de fugas y renovación de redes.</li> <li>2. Implementación de la macromedición.</li> <li>3. Sectorización operativa e hidráulica.</li> <li>4. Hidrantes.</li> </ol>
Comercial	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Catastro de usuarios e incorporación de clandestinos.</li> <li>2. Micromedición.</li> </ol>

Fuente. Informe final Proyecto - "Formulación del programa de agua no contabilizada, modelación hidráulica y optimización del sistema de acueducto del municipio de Sogamoso" (2002).

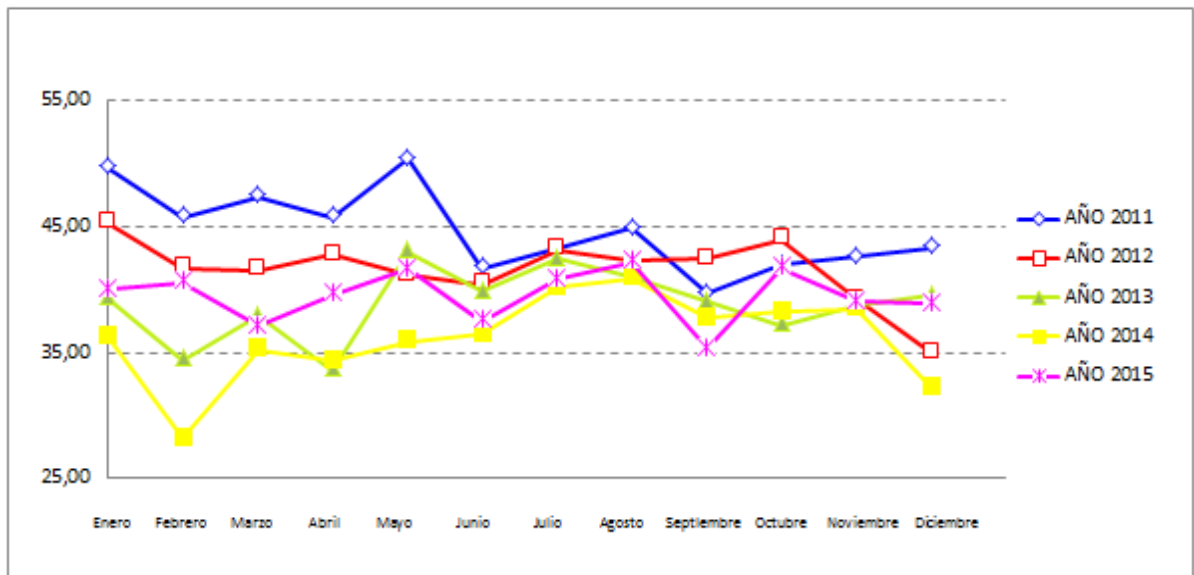
Es así como Coservicios S.A. E.S.P a través de la dirección de operaciones calcula el índice IANC junto con otros índices para mejorar la gestión de la empresa. Con base en información dada por el Director de operaciones, se llevó a cabo un análisis del comportamiento de dicho índice a través del año 2011 al 2015 donde se identificaron conductas comunes en algunos aspectos, las cuales serán expuestas a continuación:

#### 7.2.1.1 Análisis mensual

En el gráfico 1 se encuentra el resumen histórico de los niveles del índice IANC registrados desde el año 2011 al año 2015 discriminados mensualmente. Con base en esto se puede inferir que el índice presentó un comportamiento similar año tras año donde en meses como febrero, junio, septiembre se registra una

disminución debido a la disminución de los m<sup>3</sup> producidos y los m<sup>3</sup> facturados en cada mes. Así mismo el mes de mayo reflejó un aumento en el nivel debido a un aumento no proporcional entre los m<sup>3</sup> producidos y los m<sup>3</sup> facturados. Debido a lo anterior se debe prestar atención en estos meses para identificar las causantes de dichos resultados.

Gráfico 1. Histórico del índice IANC mes a mes



Fuente. Elaboración propia a partir de información dada por la empresa.

### 7.2.1.2 Análisis anual

Como se observa en el gráfico 2 se registró una disminución progresiva del índice IANC año tras año debido a labores realizadas tanto en la dirección de operaciones como la dirección comercial. En los años 2011 y 2012 se llevaron a cabo las siguientes acciones correctivas y preventivas:

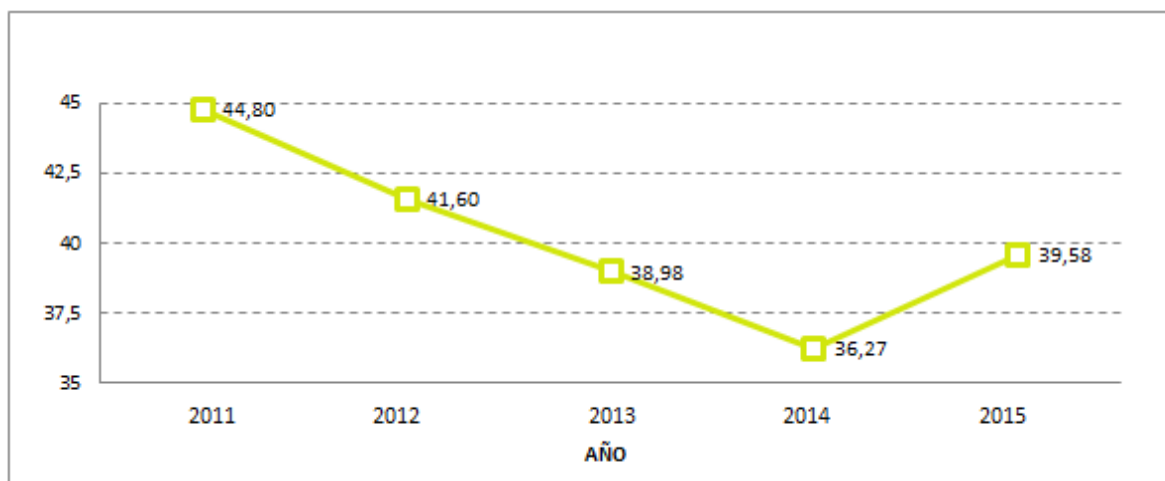
- Terminación de estudios e implementación de la optimización redes Mode.
- Mejora de la continuidad en el mantenimiento al sistema de telemetría aunque es costoso, tiene muchos beneficios.

- Prueba piloto de control dinámico con válvula Bernard 7 pm.

En los años 2013, 2014 y 2015 se llevaron a cabo las siguientes acciones correctivas y preventivas:

- Continuar la regulación de presiones redes Mode.
- Gestión para la compra del macromedidor para la estación de control del sector hidráulico 8.
- Realización de prueba piloto de control dinámico con válvula Bernard 7 pm.

Gráfico 2. Histórico del índice IANC anual



Fuente. Elaboración propia a partir de información dada por la empresa.

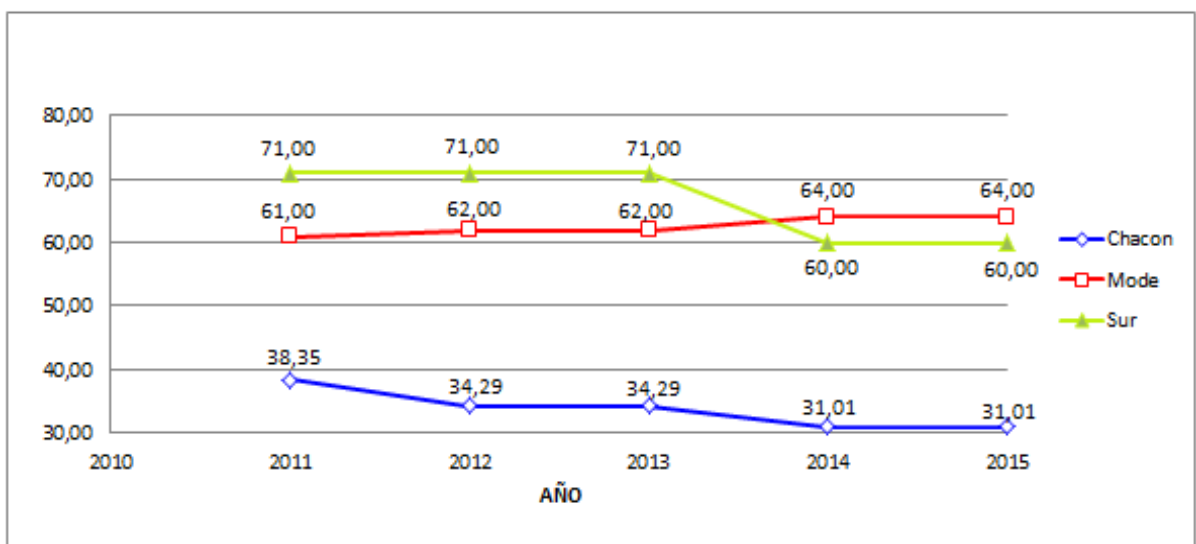
### 7.2.1.3 Análisis por subsistemas

Sabiendo que los índices de agua no contabilizada registrados en el año 2002 para el Subsistema Chacon y el Subsistema Mode fueron 51,4% y 74,2% respectivamente, al hacer una comparación con los registros desde el año 2011 mostrados en el gráfico 3, se evidencia una baja considerable del índice en los dos



subsistemas registrando la planta Chacon el nivel más aproximado a las pérdidas aceptables permitidas del 30%, sin embargo el nivel de pérdidas en el subsistema Mode incrementó en los últimos dos años por lo cual la empresa debe prestar mayor atención en la identificación de las pérdidas de agua existentes en este subsistema. Respecto a la planta del Sur, el nivel de pérdidas ha mostrado una disminución consecutiva sin embargo aún está lejos del nivel permitido.

Gráfico 3. Histórico del índice IANC por subsistemas



Fuente. Elaboración propia a partir de información dada por la empresa.

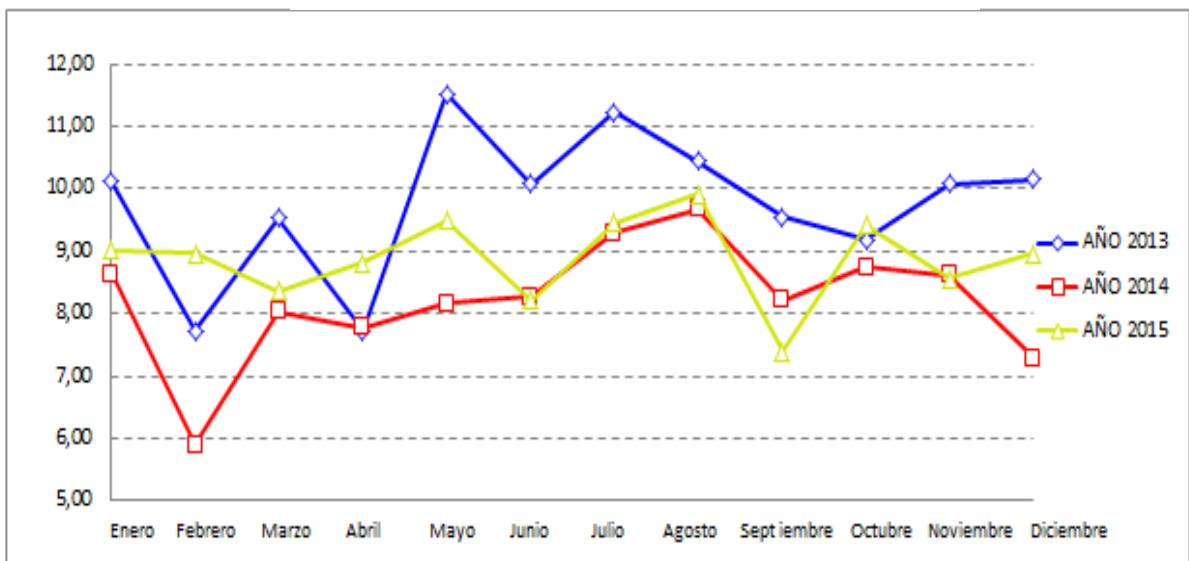
### 7.2.2 Índice IPUF

La dirección de operaciones inició a utilizar el índice IPUF desde el año 2013 cuando la CRA expidió el documento de proyecto mediante el cual se nombra el nuevo marco tarifario que rige a las empresas prestadoras de servicios públicos domiciliarios y en el cual se remplaza el índice IANC por el índice IPUF.

### 7.2.2.1 Análisis mensual

Inicialmente la empresa planteó como IPUF objetivo 6 m<sup>3</sup>/suscriptor/mes, sin embargo se pudo identificar (ver gráfico 4) que solo en el mes de febrero del año 2014 el índice IPUF fue de 5,90 a comparación del resto de los meses en los cuales los resultados superaron el nivel planteado anteriormente. Pese a esto se evidenció que el mes de mayo del año 2013 presentó un nivel de pérdidas por suscriptor facturado igual a 11,52, siendo el nivel más alto registrado hasta ahora.

Gráfico 4. Índice IPUF mes a mes



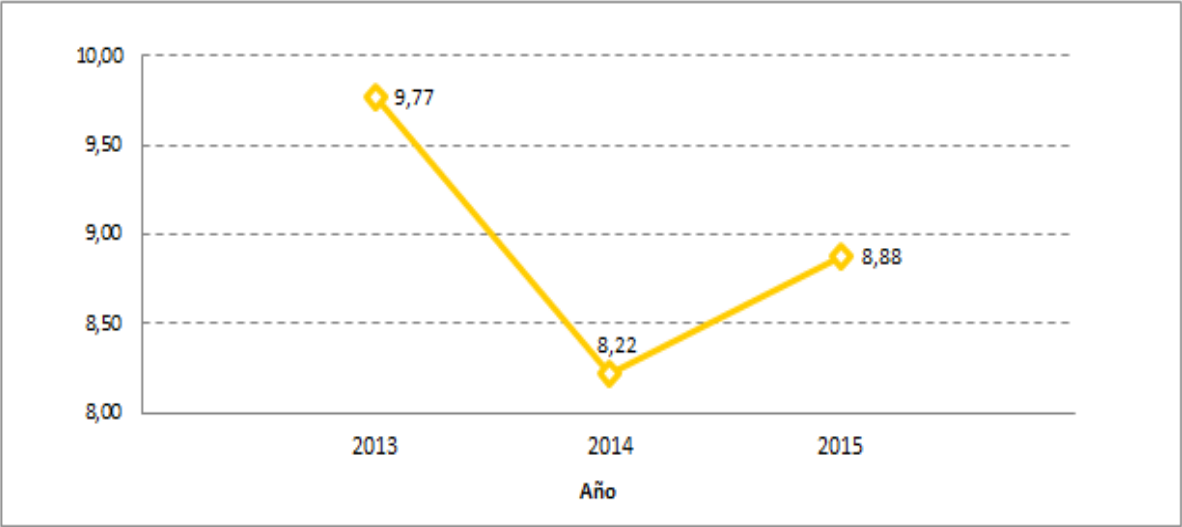
Fuente. Elaboración propia a partir de información dada por la empresa.

### 7.2.2.2 Análisis anual

Como se muestra en el gráfico 5 el índice IPUF ha presentado una variación notable pasando de 9.77 m<sup>3</sup>/suscriptor/mes hasta 8.2 m<sup>3</sup>/suscriptor/mes en el año 2014, no obstante en el año 2015 aumento nuevamente el índice de pérdidas, por

lo cual la organización ha estado realizando estudios y análisis para identificar las razones por las cuales se dio este comportamiento.

Gráfico 5. Índice IPUF anual



Fuente. Elaboración propia a partir de información dada por la empresa.

### **7.3 DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES DE INSPECCIÓN**

Antes de definir las variables a inspeccionar en el modelo para la reducción de pérdidas, se llevó a cabo una identificación de los programas desarrollados desde el área comercial para la disminución de estas, para así conocer a detalle cada uno de los programas facilitando el desarrollo idóneo del proyecto.

#### **7.3.1 Identificación de programas para reducción de perdidas**

La dirección comercial actualmente desarrolla dos programas para reducción de pérdidas: incorporación de clandestinos y micromedición. A continuación se explicará cada uno de ellos, cabe aclarar que después de realizar reuniones con el director comercial surgió la necesidad de la actualización de algunos procedimientos, para cumplir con lo dicho en el numeral 4.4.2 de la NTC-ISO 9001 el cual dice que en la medida en que sea necesario, la organización debe:

- a) Mantener información documentada para apoyar la operación de sus procesos;
- b) Conservar la información documentada para tener la confianza de que los procesos se realizan según lo planificado<sup>29</sup>.

##### **7.3.1.1 Incorporación de clandestinos**

Este programa consiste en localizar las conexiones clandestinas para detectar e

---

<sup>29</sup> INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos. NTC - ISO 9001. Bogotá D.C. El instituto, 2015. Pág. 3.

incorporar a dichos usuarios a la base de datos de la compañía y revisar el estado de micromedidores con el fin de disminuir las pérdidas comerciales. Todo esto se lleva a cabo siguiendo lo establecido en el Procedimiento de legalización de conexiones clandestinas (Anexo B).

#### **7.3.1.2 Micromedición**

Este programa consiste en la instalación de micromedidores nuevos a usuarios que poseen micromedidores dañados o parados o muy antiguos. Se realiza primero el retiro y envío a laboratorio de prueba a los micromedidores de los usuarios que facturan por promedio identificados por Coservicios, y luego se realiza el retiro de los micromedidores que han sido reportados por parte de los funcionarios como parados. De acuerdo con información entregada por la empresa, al mes de diciembre de 2015, los 40.348 usuarios de acueducto del municipio de Sogamoso poseen micromedición aunque en algunos casos esta no se encuentre funcionando. Todo esto se lleva a cabo siguiendo lo establecido en el Procedimiento para retiro y/o cambio de medidor (Anexo C).

#### **7.3.2 Variables de inspección**

Luego de conocer los programas de control de pérdidas implementados en la dirección comercial se identificó que no se ha llevado a cabo un catastro de usuarios en el sistema de acueducto que tiene como fin actualizar la información comercial de usuarios el cual requiere información catastral e información comercial de los clientes. Durante estas encuestas se recopila información sobre

los usuarios como nombre, dirección, uso del suelo, estrato, datos del micromedidor, entre otros. Una vez recopilada la información se crea una base de datos georreferenciada de usuarios que permitiría generar mapas temáticos y de esta forma tomar decisiones acertadas.

Adicionalmente al realizar una reunión conjunta entre los directores del área comercial y operativa se especificaron aspectos relevantes en los programas de reducción que deberían ser inspeccionados para verificar el cumplimiento del objetivo de la empresa el cual es mitigar las pérdidas de agua presentes en el sistema de acueducto de la empresa. Es así como las variables inspeccionadas fueron las siguientes:

#### **7.3.2.1 Medidor**

Cuando un usuario no tiene micromedidor instalado sobre su acometida o lo tiene parado o dañado, o no se les factura de acuerdo a la lectura de su medidor, en la mayoría de los casos muestra una tendencia a incrementar su consumo de agua. Esto se explica por los siguientes motivos:

- La facturación a este tipo de usuario se realiza cobrándole un valor de consumo fijo para cada periodo o facturándole el volumen promedio consumido por todos los usuarios con micromedidor de su mismo estrato.
- Debido a que el consumo adicional no les representa un costo adicional, es común que los usuarios desperdicien el agua.

Con base en todo lo anterior, se requirió inspeccionar el estado del medidor para garantizar el correcto funcionamiento de este. Los criterios para establecer que un medidor está en buen estado son los siguientes:

- Registro correcto del consumo de agua, mediante observación directa del dispositivo se puede evidenciar la
- Lectura menor a 3000 m<sup>3</sup>, según el procedimiento de retiro y/o cambio de medidor si un medidor excede su lectura de 3000 m<sup>3</sup> se debe retirar y enviar al laboratorio de prueba para ser analizado.

Adicionalmente se verificó el estado de la caja de protección del medidor mediante observación directa.

#### **7.3.2.2 Conexión y red**

Las fugas presentes en la red que lleva el servicio al usuario es uno de los aspectos de mayor incidencia en las pérdidas de agua por lo cual es de vital importancia asegurar que la red no presente ningún tipo de avería o escape. Además la conexión domiciliaria debe ser inspeccionada ya que en muchos casos por experiencias anteriores se han presentado casos en los cuales los usuarios no cumplen con los parámetros establecidos en la conexión del servicio y aprovechan esto para realizar consumos que al final de cuentas no son facturados por la empresa. El estado de la conexión y la red fueron validados por un funcionario de la empresa.

### 7.3.2.3 Relación de variables

Teniendo en cuenta que la inspección desarrollada fue por atributos ya que las características a evaluar de las variables eran cualitativas, susceptibles de medición, el cuadro 5 expone los aspectos que se tuvieron en cuenta al realizar la inspección de cada una de las variables seleccionadas.

Cuadro 5. Relación de variables a inspeccionar

VARIABLES	ASPECTOS A INSPECCIONAR
<b>Medidor</b>	* Estado del medidor
	* Ubicación del medidor
	* Posición del medidor
	* Estado caja de protección del medidor
<b>Conexión y red</b>	* Estado de la conexión y red

Fuente. Elaboración propia

Además se verificó información socioeconómica de los usuarios como nombres del suscriptor, dirección, código catastral, uso, estrato, entre otros, con el fin de actualizar información comercial de la empresa.



## 7.4 MODELO DE INSPECCIÓN DE LA REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS

Teniendo en cuenta las variables expuestas anteriormente se desarrolló un modelo para realizar la inspección de las actividades desarrolladas en los programas de reducción de pérdidas de agua tomando como base la NTC ISO 2859- 1, ya que las variables a inspeccionar se clasifican simplemente como conforme o no conforme con respecto a los requisitos especificados por la empresa.

Mediante un formato de inspección, que incluye tanto información comercial como las variables seleccionadas para el análisis, se mide las características presentes en la prestación del servicio de acueducto a un usuario en particular. Esta inspección es realizada por un funcionario y un encuestador, los cuales tienen total conocimiento de los requerimientos de calidad establecidos por la organización.

Posterior a esto, se realiza la validación de dicho formato (Ver Anexo D) y la aplicación del plan de muestreo siguiendo lo expuesto en la NTC ISO 2859 – 1. El procedimiento a continuar es el siguiente:

- a) **Tamaño del lote:** en este caso el tamaño de los lotes son los sectores hidráulicos en los cuales está dividido el sistema de acueducto.
- b) **Determinación nivel aceptable de calidad (NAC):** nivel de calidad que es el peor promedio del proceso tolerable cuando se presenta una serie continúa de lotes para muestreo de aceptación. Este nivel es establecido por el grupo de personas que realizan el plan de muestreo.

- c) **Nivel de inspección:** el nivel de inspección designa la cantidad relativa de inspección. Debido a que no se especifica otra cosa, se usa el nivel II.
- d) **Letras código de tamaño de la muestra:** los tamaños de la muestra se designan mediante letras código.
- e) **Selección del plan de muestreo:** según la letra código, el NAC establecido y el nivel de inspección, se selecciona el plan de muestreo a desarrollar conformado por el tamaño de la muestra, número de aceptación y número de rechazo del lote.

Luego de realizar el plan de muestreo se hace el análisis de los resultados obtenidos y se aplica la inspección al 100% de la población.

## 7.5 APLICACIÓN DE PRUEBA PILOTO

En el proyecto se tomó como población objetivo de estudio a 2.560 usuarios pertenecientes al sector hidráulico 9 y se determinó un NAC de 0,10. Sabiendo que el nivel de inspección es II, la letra código del tamaño de muestra que aplica es K, como se observa en la tabla 2.

Tabla 2. Letra código de tamaño de muestra

Tamaño del lote		Niveles especiales de inspección				Niveles generales de inspección		
		S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2 a	8	A	A	A	A	A	A	B
9 a	15	A	A	A	A	A	B	C
16 a	25	A	A	B	B	B	C	D
26 a	50	A	B	B	C	C	D	E
51 a	90	B	B	C	C	C	E	F
91 a	150	B	B	C	D	D	F	G
151 a	280	B	C	D	E	E	G	H
281 a	500	B	C	D	E	F	H	J
501 a	1 200	C	C	E	F	G	J	K
1 210 a	3 200	C	D	E	G	H	K	L
3 201 a	10 000	C	D	F	G	J	L	M
10 001 a	35 000	C	D	F	H	K	M	N
35 001 a	150 000	D	E	G	J	L	N	P
150 001 a	500 000	D	E	G	J	M	P	Q
500 001 ó más		D	E	H	K	N	Q	R

Fuente. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 1. Planes de muestreo determinados por el nivel aceptable de calidad (NAC) para inspección lote a lote. NTC - ISO 1859 -1. Bogotá D.C. El instituto, 2002. Pág. 23.

Con base en todo lo anterior, usando la tabla 3 se obtuvo el siguiente plan de muestreo simple para inspección normal:

**Tamaño de muestra:** 125

**Numero de aceptación (Ac):** 0

**Numero de rechazo (Re):** 1

Tabla 3. Planes de muestreo simple para inspección normal

Letra código de tamaño de muestra	Tamaño de muestra	Nivel aceptable de calidad, NAC, en porcentaje de ítems no conformes o no conformidades por 100 ítems (inspección normal)																											
		0,010	0,015	0,025	0,040	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1 000		
		Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	
A	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31			
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	44 45			
C	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	44 45	↑			
D	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	44 45	↑	↑			
E	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	44 45	↑	↑	↑			
F	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑			
G	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑			
H	50	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑			
J	80	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑			
K	125	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑			
L	200	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑			
M	315	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑			
N	500	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑			
P	800	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑			
Q	1 250	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑			
R	2 000	↑	↑	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑			

Fuente. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 1. Planes de muestreo determinados por el nivel aceptable de calidad (NAC) para inspección lote a lote. NTC - ISO 1859 -1. Bogotá D.C. El instituto, 2002.

Pág. 23.

La validación del instrumento de inspección se realizó con 10% del tamaño de la muestra, es decir, 13 encuestas. Esta validación permitió identificar aspectos que debían ser incluidos en el formato y otros fueron eliminados ya que no aportaban información relevante al estudio.

Los usuarios que se seleccionaron para la muestra se tomaron del lote por muestreo aleatorio sistemático uniforme de paso  $k$ . La obtención de una muestra sistemática de tamaño  $n$  de una población de  $N$  elementos se consigue siguiendo el siguiente procedimiento:

- a) Conseguir un listado ordenado de los  $N$  elementos de la población.
- b) Determinar el tamaño muestral  $n$ .
- c) Definir el tamaño del salto sistemático  $k$  dado por  $k = N/n$ .
- d) Elegir un número aleatorio  $h$  entre 1 y  $k$  ( $h$  = arranque aleatorio). Este número permite obtener la primera unidad muestral.
- e) A partir de la posición  $h$ , dando un salto de  $k$  unidades, obtendremos la segunda unidad de la muestra  $u_{h+k}$  y de esta forma, saltando de  $k$  en  $k$  unidades, el resto de la muestra estará formada por las unidades  $u_{h+2k}$ ,  $u_{h+3k}$ , . . . ,  $u_{h+(n-1)k}$ .

Así los parámetros del muestreo aleatorio sistemático aplicado se muestran en la tabla 4.

Tabla 4. Parámetros muestreo aleatorio sistemático aplicado

TAMAÑO LOTE (N)	2560
TAMAÑO MUESTRA (n)	125
$K = N/n$	20,48
K (aprox)	20
h ( número de inicio)	6

Fuente. Elaboración propia

## 7.6 ANÁLISIS DE RESULTADOS PRUEBA PILOTO

### 7.6.1 Análisis estadístico

Después de realizar las encuestas de inspección a los usuarios se obtuvieron los siguientes resultados:

#### 7.6.1.1 Estado del medidor

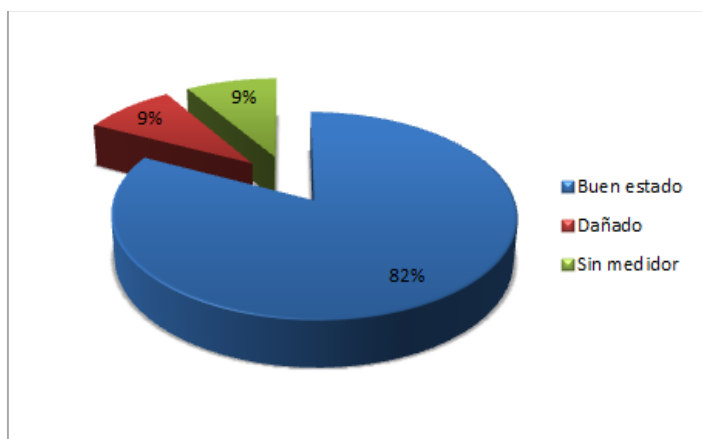
Tabla 5.

Resultados sobre el estado del medidor

RESPUESTA	Cantidad	%
Buen estado	103	82%
Dañado	11	9%
Sin medidor	11	9%
<b>TOTAL</b>	125	100%

Fuente. Elaboración propia

Gráfico 6. Estado del medidor



**Interpretación.** De 125 usuarios encuestados tan solo el 9% cuenta con medidor en mal estado mientras que el 82% tiene su medidor en buen estado. También el 9% de los usuarios al momento de realizar la encuesta no tenían medidor.

**Análisis.** Claramente podemos ver que la mayor parte de los usuarios presentan su medidor en buen estado sin embargo hay que tener en cuenta que una pequeña parte tenían su medidor en mal estado ya que no cumplían generalmente con el criterio de tener lectura menor a 3000 m<sup>3</sup>. Por otro lado los usuarios sin medidor instalado, eran aquellos a los cuales el medidor no estaba presentando un funcionamiento idóneo entonces se encontraban en el banco de prueba.

### 7.6.1.2 Ubicación del medidor

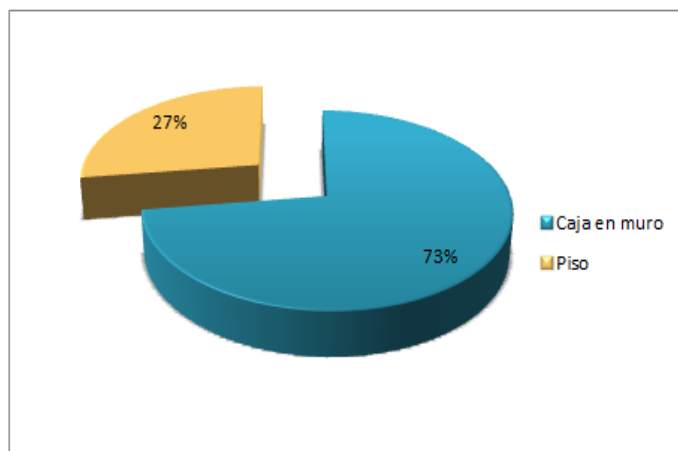
Tabla 6.

Resultados sobre ubicación del medidor

RESPUESTA	Cantidad	%
Caja en muro	91	73%
Piso	34	27%
<b>TOTAL</b>	125	100%

Fuente. Elaboración propia

Gráfico 7. Ubicación del medidor



**Interpretación.** Con un total de 125 usuarios encuestados el 73% tiene ubicado el medidor en caja en muro y el restante 27% lo tiene ubicado en el piso.

**Análisis.** Tanto la ubicación en caja en muro como en piso es válida para la instalación del medidor siempre y cuando cumpla con los requisitos exigidos por la ley, siendo este un aspecto poco relevante en el aseguramiento de la calidad de prestación del servicio, no obstante es de utilidad cuando se requiere hacer un mantenimiento o alguna revisión de la instalación.

### 7.6.1.3 Posición del medidor

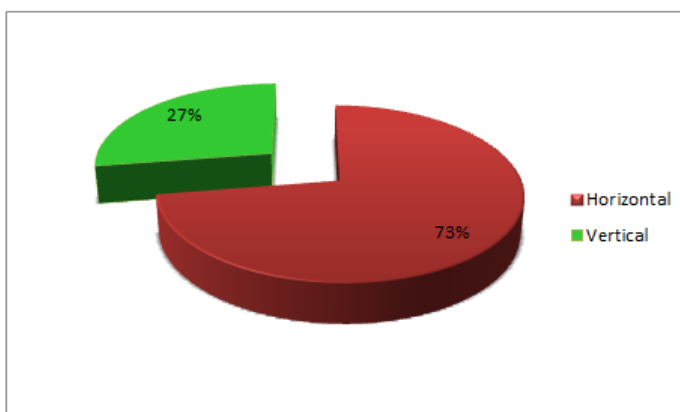
Tabla 7.

Resultados sobre posición del medidor

RESPUESTA	Cantidad	%
Horizontal	66	73%
Vertical	25	27%
<b>TOTAL</b>	91	100%

Fuente. Elaboración propia

Gráfico 8. Posición del medidor



**Interpretación.** Siendo 125 los usuarios encuestados, el 73% de los medidores tienen el medidor instalado en posición horizontal y el otro 27% lo tiene instalado en posición vertical.

**Análisis.** Cualquiera que sea la posición en la cual se encuentre instalado el medidor, sea horizontal o vertical es válida para el cumplimiento de los requisitos exigidos por la ley, siendo algo con poca influencia en la prestación del servicio, sin embargo es cuando se requiere hacer un mantenimiento o alguna revisión de la instalación. Cabe aclarar que esta pregunta solo aplica cuando el medidor esta ubicado en caja en muro.

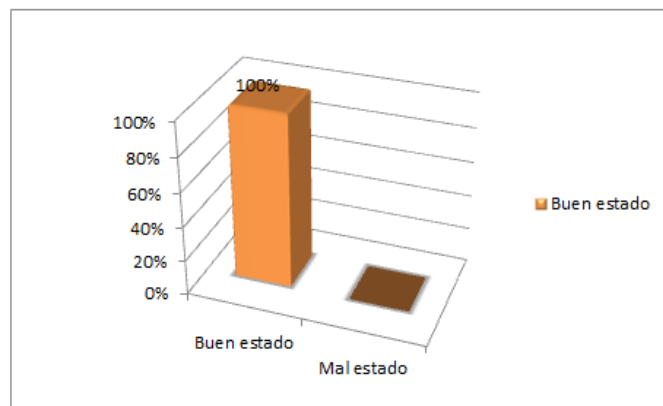
#### 7.6.1.4 Estado de la conexión y red

Tabla 8. Resultados sobre estado de la conexión y la red

RESPUESTA	Cantidad	%
Buen estado	125	100%
Mal estado	0	0%
<b>TOTAL</b>	125	100%

Fuente. Elaboración propia.

Gráfico 9. Estado de la conexión y la red



**Interpretación.** El 100% de los encuestados cuenta con la conexión y red en buen estado.

**Análisis.** Se evidencia que la totalidad de la muestra posee la conexión y red en buen estado, así se descarta que existan pérdidas de agua por causa del mal estado de la conexión o la red que lleva el servicio a la instalación domiciliaria.



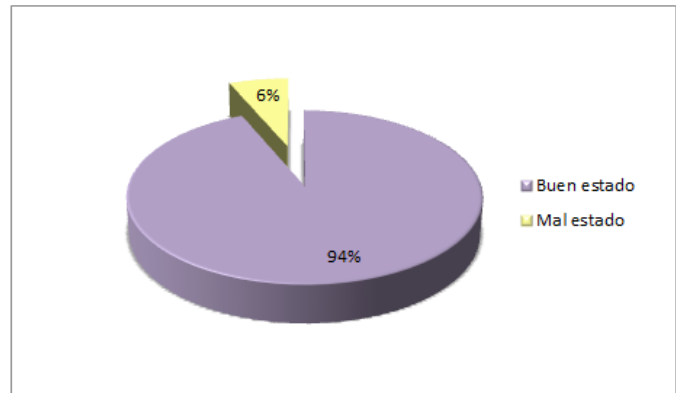
### 7.6.1.5 Estado de caja de protección del medidor

Tabla 9. Resultados sobre estado de caja de protección del medidor

RESPUESTA	Cantidad	%
Buen estado	117	94%
Mal estado	8	6%
<b><i>TOTAL</i></b>	125	100%

Fuente. Elaboración propia.

Gráfico 10. Estado caja de protección



**Interpretación.** Con un total de 125 usuarios encuestados el 94% de las cajas de protección de medidor están en buen estado mientras que 6% restante están en mal estado.

**Análisis.** La caja de protección del medidor como su nombre lo dice, es la que protege al dispositivo de medición y los demás componentes de la instalación de cualquier eventualidad que pueda ocurrir y permite que el acceso a este, sea únicamente por personal de la empresa o por parte del usuario. Siendo así las cajas de protección que se encuentran en mal estado deben ser cambiadas de inmediato para asegurar la protección idónea del medidor ya que con esto se ve perjudicado tanto el usuario como la empresa porque en algunos casos se han presentado incidentes que provocan roturas en la instalación y por consiguiente pérdidas de agua, igualmente se han registrado robos de medidores lo que genera que el usuario deba adquirir nuevamente el dispositivo.

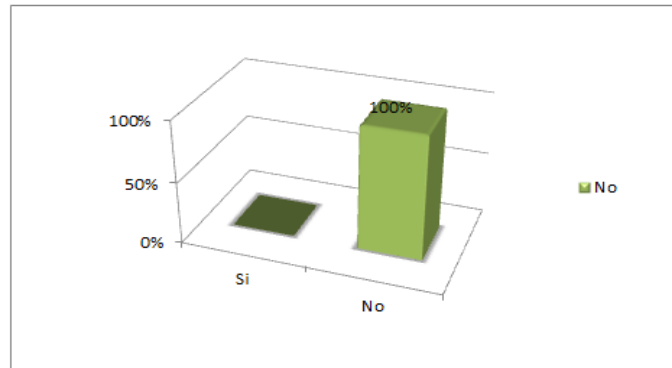
### 7.6.1.6 Medidor ha estado en banco de prueba

Tabla 10. Resultados sobre si el medidor ha estado en banco de prueba.

RESPUESTA	Cantidad	%
Si	0	0%
No	125	100%
<b><i>TOTAL</i></b>	125	100%

Fuente. Elaboración propia.

Gráfico 11. El medidor ha estado en banco de prueba



**Interpretación.** El 100% de los encuestados respondió que su medidor no ha sido llevado a banco de prueba.

**Análisis.** La totalidad de los medidores de los usuarios encuestados aún no han estado en banco de prueba por esto se puede inferir que cumplen con los requisitos exigidos para la medición correcta de consumo. Sin embargo esto también implica que la empresa preste atención en la verificación de la micromedición de este sector para evitar el uso de medidores dañados o que incumplen los requerimientos exigidos por la empresa.

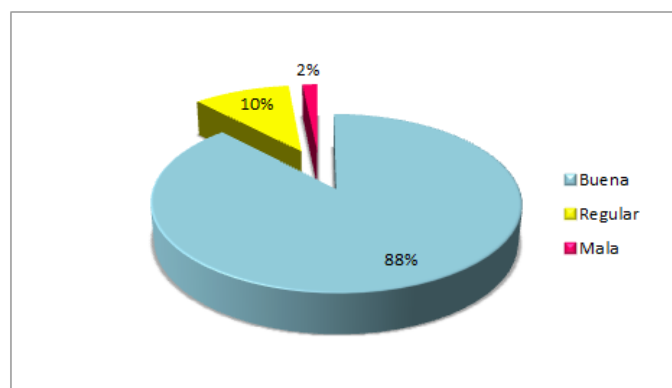
### 7.6.1.7 Calidad de la prestación del servicio

Tabla 11. Resultados sobre calidad de la prestación del servicio.

RESPUESTA	Cantidad	%
Buena	110	88%
Regular	13	10%
Mala	2	2%
<b><i>TOTAL</i></b>	125	100%

Fuente. Elaboración propia.

Gráfico 12. Calidad de prestación del servicio



**Interpretación.** De 125 usuarios encuestados el 88% califica la prestación del servicio de la empresa que buena mientras que un 10% la califica como regular y tan solo 2% la califica como mala.

**Análisis.** Los usuarios encuestados expresaron en su mayoría que la calidad de prestación del servicio de la empresa era buena, que nunca habían presentado problemas con el suministro del servicio de acueducto y alcantarillado, solo algunas veces cuando había suspensiones momentáneas, presión baja de llegada, entre otras, pero en general las opiniones expresadas por parte de los usuarios fueron positivas. Por el contrario un 12% de la muestra calificó la prestación del servicio como regular o mala, quejándose en gran proporción por el mal servicio de alumbrado público, con respecto al servicio de aseo, mencionaron la falta de barrido de las calles, limpieza de sumideros y recolección de basuras; además mencionaron la inconformidad por los altos costos de los servicios públicos prestados por la empresa.

#### **7.6.2 Análisis según NTC 2859-1**

Teniendo en cuenta que el NAC seleccionado fue 0.1, al realizar la inspección usando el plan de muestreo correspondiente según la NTC 2859 -1 el lote fue rechazado porque el número de ítemes no conformes fue superior al número de rechazo. Según las variables de ubicación del medidor, posición del medidor y estado de la conexión y la red el lote era aceptado sin embargo al inspeccionar el estado del medidor y el estado de la caja de protección del medidor presentaron el número de ítemes defectuosos fue mayor al número de rechazo (Ver tabla 12).

Tabla 12. Análisis según NTC 2859 -1

N (tamaño lote)	2560	NAC (Nivel aceptable de calidad)		0,1	Nivel inspección	II
n (tamaño muestra)	125	Letra código lote		K	Tipo inspección	Normal
VARIABLE	Unidades inspeccionadas	Según NAC		Valor Defectuosos	DECISION	OBSERVACIONES
		Aceptación (Ac)	Rechazo (Re)			
Estado del medidor	125	0	1	11	Rechaza	El lote fue rechazado debido a que el número de defectuosos excedió el número de aceptación establecido para el plan de muestreo. Los medidores inspeccionados que se clasificaron como defectuosos no cumplían con el criterio de lectura menor a 3000 m3.
Ubicación de medidor	125	0	1	0	Acepta	El lote fue aceptado debido a que no se encontraron ítems defectuosos. La ubicación del medidor no influye directamente en la perdida de agua sin embargo se tuvo en cuenta para garantizar la calidad de la instalación domiciliaria.
Posición del medidor	125	0	1	0	Acepta	El lote fue aceptado debido a que no se encontraron ítems defectuosos. La posición del medidor no influye directamente en la perdida de agua sin embargo se tuvo en cuenta para garantizar la calidad de la instalación domiciliaria, esta variable solo aplicaba para los medidores ubicados en caja de muro.

VARIABLE	Unidades inspeccionadas	Según NAC		Valor Defectuosos	DECISION	OBSERVACIONES
		Aceptación (Ac)	Rechazo (Re)			
Estado de caja de protección del medidor	125	0	1	8	Rechaza	El lote fue rechazado debido a que el número de defectuosos excedió el número de aceptación establecido para el plan de muestreo. Las cajas de protección inspeccionadas que se encontraban en mal estado fueron clasificadas como defectuosas debido a que presentaban rompimiento y en algunos casos los medidores no contaban con caja de protección.
Estado de la conexión y la red	125	0	1	0	Acepta	El lote fue aceptado debido a que no se encontraron ítems defectuosos. La inspección de la conexión y la red fue llevada a cabo por un funcionario de la empresa que conoce los requerimientos de calidad exigidos para la instalación domiciliaria del servicio.

Fuente. Elaboración propia

### 7.6.3 Análisis financiero

Respecto a la información comercial requerida en el muestreo se logró actualizar datos de los usuarios como dirección, código catastral, estrato, uso que no concordaban con la información brindada por la empresa. Adicionalmente se identificaron usuarios a los cuales se les debe hacer cambio de uso y otros a los cuales se le debe hacer cambio a multiusuario significando un aumento de las tarifas de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo generando así mayores ingresos a la compañía. (Ver tabla 13).

Tabla 13. Ingresos a recibir por resultados del muestreo de inspección

INGRESOS POR CAMBIO A MULTIUSUARIO																		
CODIGO RUTA	USO	ESTRATO	# UNDS	ACUEDUCTO						ALCANTARILLADO						ASEO		
				CARGO FIJO			CONSUMO BASICO			CARGO FIJO ALCANTARILLADO			CONSUMO BASICO			TARIFA		
				ANTES	DESPUES	VARIACION	ANTES	DESPUES	VARIACION	ANTES	DESPUES	VARIACION	ANTES	DESPUES	VARIACION	ANTES	DESPUES	VARIACION
01038409000000	2	2	3	4243.89	4243.89	0.00	1146.13	1146.13	0.00	1472.11	1472.11	0.00	514.37	514.37	0.00	4921.13	14763.39	9842.26
01039282100000	2	2	2	4243.89	4243.89	0.00	1146.13	1146.13	0.00	1472.11	1472.11	0.00	514.37	514.37	0.00	4921.13	9842.26	4921.13
01044592100000	2	2	2	4243.89	6310.00	2066.11	1146.13	1704.11	557.98	1472.11	2576.20	1104.08	514.37	900.15	385.78	4921.13	12984.96	8063.83
01044708600000	2	2	2	4243.89	4243.89	0.00	1146.13	1146.13	0.00	1472.11	1472.11	0.00	514.37	514.37	0.00	4921.13	9842.26	4921.13
01044777880214	2	2	2	4243.89	6310.00	2066.11	1146.13	1704.11	557.98	1472.11	2576.20	1104.08	514.37	900.15	385.78	4921.13	12984.96	8063.83
01045095200000	2	2	2	4243.89	6310.00	2066.11	1146.13	1704.11	557.98	1472.11	2576.20	1104.08	514.37	900.15	385.78	4921.13	12984.96	8063.83
01045436200000	2	2	2	4243.89	4243.89	0.00	1146.13	1146.13	0.00	1472.11	1472.11	0.00	514.37	514.37	0.00	4921.13	9842.26	4921.13
01045760700000	2	2	2	4243.89	6310.00	2066.11	1146.13	1704.11	557.98	1472.11	2576.20	1104.08	514.37	900.15	385.78	4921.13	12984.96	8063.83
01046008400000	2	2	2	4243.89	4243.89	0.00	1146.13	1146.13	0.00	1472.11	1472.11	0.00	514.37	514.37	0.00	4921.13	9842.26	4921.13
01067332000000	2	2	2	4243.89	4243.89	0.00	1146.13	1146.13	0.00	1472.11	1472.11	0.00	514.37	514.37	0.00	4921.13	9842.26	4921.13
01067776000000	2	2	2	4243.89	6310.00	2066.11	1146.13	1704.11	557.98	1472.11	2576.20	1104.08	514.37	900.15	385.78	4921.13	12984.96	8063.83
				TOTAL		\$ 10,330.54	TOTAL		\$ 2,789.90	TOTAL		\$ 5,520.42	TOTAL		\$ 1,928.90	TOTAL		\$ 74,767.00

INGRESOS POR CAMBIO DE USO																		
CODIGO RUTA	USO ANT	ESTRATO	USO NUEVO	ACUEDUCTO						ALCANTARILLADO						ASEO		
				CARGO FIJO			CONSUMO BASICO			CARGO FIJO ALCANTARILLADO			CONSUMO BASICO			TARIFA		
				ANTES	DESPUES	VARIACION	ANTES	DESPUES	VARIACION	ANTES	DESPUES	VARIACION	ANTES	DESPUES	VARIACION	ANTES	DESPUES	VARIACION
01039078500000	2	2	3	4243.89	5584.07	1340.18	1146.13	2262.09	1115.96	1472.11	2453.52	981.41	514.37	1285.94	771.57	4921.13	8063.83	3142.70
01043147200000	2	2	3	4243.89	5584.07	1340.18	1146.13	2262.09	1115.96	1472.11	2453.52	981.41	514.37	1285.94	771.57	4921.13	8063.83	3142.70
				TOTAL		\$ 2.680.36	TOTAL		\$ 2.231.92	TOTAL		\$ 1.962.82	TOTAL		\$ 1.543.14	TOTAL		\$ 6.285.40


INGRESOS TOTALES ( \$ )	\$ 110,040.46
-------------------------	---------------

Fuente. Elaboración propia con base en información del sistema de facturación de la empresa.

## 7.7 PROGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE INSPECCIÓN

El programa de implementación del modelo de inspección diseñado en el proyecto fue se realizó mediante la técnica de las 5W (What, Who, Why, Where, When) y las 2H (How, How much) como se muestra en el cuadro 6.

Cuadro 6. Programa de implementación del modelo de inspección

PROGRAMA DE IMPLEMENTACION DEL MODELO DE INSPECCION PARA LA REDUCCION DE PERDIDAS COMERCIALES						
<b>Meta:</b> Reducir las perdidas comerciales en el sistema de acueducto de Coservicios S.A.E.S.P						
<b>Responsable General:</b> Director Comercial						
QUE	QUIEN	COMO	POR QUE	DONDE	CUANDO	CUANTO
Implementar el modelo de inspeccion para la reduccion de perdidas comerciales	Este programa sera efectuado por la area comercial en cabeza de su Director y las demas personas involucradas en los procesos de reduccion de perdidas comerciales.	Divulgacion del modelo a todas las partes involucradas en los procesos de reduccion de perdidas, capacitacion de personal para realizar la inspeccion.	La aplicacion del modelo de inspeccion permitira identificar a los usuarios que presentan perdidas en su instalacion domiciliaria o presentan anomalias en su medidor para tomar acciones correctivas por parte de la empresa lo que finalmente trae consigo beneficios tanto financieros como operativos y comerciales para la compañía.	Se llevara a cabo en la direccion comercial, a todos los usuarios pertenecientes al municipio de Sogamoso a los cuales se les presta el servicio de acueducto.	La implementacion inicia desde 1 de enero de 2017 hasta inspeccionar la totalidad de usuarios a los cuales se les presta el servicio de acueducto.	<p><i>Recursos humanos:</i> personal encargado de la aplicación, recopilacion y analisis de los resultados obtenidos en la inspeccion.</p> <p><i>Recursos tecnicos:</i> informacion comercial sobre los usuarios a los cuales se les va a llevar a cabo la inspeccion. Tambien son necesarios equipos y papeleria para la ejecucion de la inspeccion como el gps, formatos de inspeccion, notificaciones de visita, entre otros.</p> <p><i>Recursos financieros:</i> pago del personal encargado de la inspeccion, papeleria, equipos.</p>

Fuente. Elaboración propia

## 8. CONCLUSIONES

- Se evidenció que el índice IANC de Coservicios S.A E.S.P desde el año 2002 hasta ahora ha registrado una tendencia a la baja, donde cada vez se obtienen resultados más cercanos al nivel permisible permitido por la ley del 30% y el índice IPUF ha sido implementado desde el año 2013 y aún no se cuenta con un registro lo suficientemente relevante para inferir un comportamiento determinado.
- Se determinó que las variables a inspeccionar en los procedimientos de reducción de pérdidas de agua desarrollados en el área comercial de Coservicios S.A E.S.P, eran el medidor y la conexión y red de cada usuario, las cuales se midieron a través de atributos clasificándolas como conforme o no conforme con respecto a requisitos especificados por la empresa.
- Se concluyó que el modelo a seguir para inspeccionar la reducción de pérdidas en el sistema de acueducto de Coservicios S.A E.S.P inicia con la determinación de las variables a examinar, luego se elabora un formato de inspección el cual es validado mediante su aplicación a una muestra a través de un plan de muestreo que puntualiza la NTC 2859-1 para el tamaño de población a inspeccionar.
- Se dedujo que el 82% de los usuarios de Coservicios S.A E.S.P encuestados en la prueba piloto tenían en medidores en buen estado, generalmente ubicados en caja en muro los cuales están instalados en caja de protección en buen estado. Además el 100% de los encuestados presentaba la conexión y red en buen estado y el 88% de la muestra indicó que la calidad de prestación



del servicio era bueno sin embargo algunos usuarios expresaron sus inconformidades particularmente con los servicios de alumbrado público y aseo.

- Se concluyó que el lote al cual se le realizó la inspección fue rechazado ya que el número de ítemes defectuosos excedió el número de rechazo, siendo el estado del medidor con 11 unidades defectuosas y estado de la caja de protección del medidor con 8 unidades defectuosas las variables por las cuales no se aceptó el lote deduciendo que no se cumple con el nivel de calidad deseado por la empresa.
- Se evidenció que la aplicación de la prueba piloto trajo consigo beneficios para la empresa en aspectos financieros ya que se identificaron 11 usuarios a los cuales se les debe cambiar a multiusuarios y 2 a los cuales se les debe cambiar de uso, lo que genera nuevos ingresos a la empresa debido a la nueva facturación de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo.

## 9. RECOMENDACIONES

- Dar cumplimiento a los subprogramas planteados en el proyecto realizado por la empresa Aquadatos en el año 2002 ya que actualmente aún no se han desarrollado algunos de estos y serían de gran utilidad para conseguir el objetivo general del proyecto, el cual es reducir pérdidas.
- Se recomienda analizar exhaustivamente los subsistemas de acueducto de la planta del Sur y Mode debido a que en los últimos años han presentado altos niveles de pérdida de agua.
- Se propone dar a conocer los procedimientos actualizados al área de calidad para que estos sean aprobados y cambiados en el sistema de gestión de calidad de la empresa.
- Se invita a continuar con el proyecto para la totalidad de los usuarios a los cuales Coservicios le presta el servicio de acueducto para así lograr el objetivo de la empresa de mitigar las pérdidas de agua presentes en su proceso de prestación del servicio.

## BIBLIOGRAFÍA

COLOMBIA. COMISION DE REGULACION DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO CRA. 2013. Documento de trabajo Proyecto General. Nivel aceptable de pérdidas para el cálculo de los costos de prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado.

COLOMBIA. COMISION DE REGULACION DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO CRA. 2007. Informe Final. Proyecto de reducción de pérdidas de agua potable y reforma del marco regulador.

COLOMBIA. COMISION DE REGULACION DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO CRA. Documento de trabajo. Propuesta regulatoria Por la cual se presenta el proyecto de resolución: “Por la cual se modifica el numeral 1.1 del anexo 2 de la Resolución CRA N° 315 de 2005, y se inicia el proceso de discusión directa con los usuarios y agentes del sector.

COLOMBIA. COMISION DE REGULACION DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO CRA. Resolución CRA 151 DE 2001. Regulación integral de los servicios públicos de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo.

COLOMBIA. COMISION DE REGULACION DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO CRA. Resolución CRA 688 (24 junio 2014) Por la cual se establece la metodología tarifaria para las personas prestadoras de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado con más de 5.000 suscriptores en el área urbana.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Decreto 302 de 2000 Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, en materia de prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley 142 de 1944 Por la cual se establece el régimen de servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 1. Planes de muestreo determinados por el nivel aceptable de calidad (NAC) para inspección lote a lote. NTC - ISO 1859 -1. Bogotá D.C. El instituto, 2002. Pág. 3

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario. NTC - ISO 9000 - 2005. Bogotá D.C. El instituto, 2002. Pág. 12.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA. Estado Plurinacional de Bolivia. (2013). Plan Maestro Metropolitano de agua Potable y Saneamiento La Paz – El Alto Bolivia. Informe sobre demandas futuras y estrategias de expansión. Volumen III – Escenarios y Estrategias.

WATER LOSS CONTROL – SECOND EDITION. Julian Thomton, Reinhard Sturm. Chapter 3. Understanding the types of water losses. ACCESS ENGINEERING. Base de datos.

## WEBGRAFÍA

BANCO MUNDIAL. Caracterización de procesos. Disponible en internet en: [www.conciliacion.gov.co/.../P\\_03\\_2%20CARACTERIZACIÓN%20.com.co](http://www.conciliacion.gov.co/.../P_03_2%20CARACTERIZACIÓN%20.com.co)

FLUJOGRAMA O FLUXOGRAMA. Según Gómez Cejas, Guillermo. Disponible en internet en: <http://www.administracionmoderna.com/2012/04/flujograma.html>

FORMULARIO. Leandro Alegsa. Disponible en internet: <http://www.alegsa.com.ar/Dic/formulario.php>

HISTORIA, MISION, VISION, OBJETIVOS DE CALIDAD DE COSERVICIOS S.A. E.S.P. Disponible en internet [http: <www.coserviciosesp.com.co>](http://www.coserviciosesp.com.co)

MICROSOFT. Conceptos básicos sobre bases de datos. Blog en línea]. Disponible desde internet en: <https://support.office.com/es-mx/article/Conceptos-b%C3%A1sicos-sobre-bases-de-datos>.

QUE ES UN CHECKLIST Y COMO USARLO. Disponible desde internet en: <http://www.pdcahome.com/check-list/>

RAMIREZ CARDONA, David. Análisis de las pérdidas de agua en los sistemas de abastecimiento. Disponible en: [dinamica-de-sistemas.com/revista/1214g-dinamica-de-sistemas.pdf](http://dinamica-de-sistemas.com/revista/1214g-dinamica-de-sistemas.pdf)

## ANEXOS

Los anexos del proyecto se almacenaron en medio magnético, en la carpeta se encuentra el respectivo CD con la información.

Anexo A. Análisis índices IANC e IPUF (Archivo Excel).

Anexo B. Procedimiento de legalización de conexiones clandestinas (Documento Word).

Anexo C. Procedimiento para retiro y/o cambio de medidor (Documento Word).

Anexo D. Formato de inspección (Archivo Excel).

Anexo E. Resultados prueba piloto (Archivo Excel).